

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 1 月 6 日 (06.01.2005)

PCT

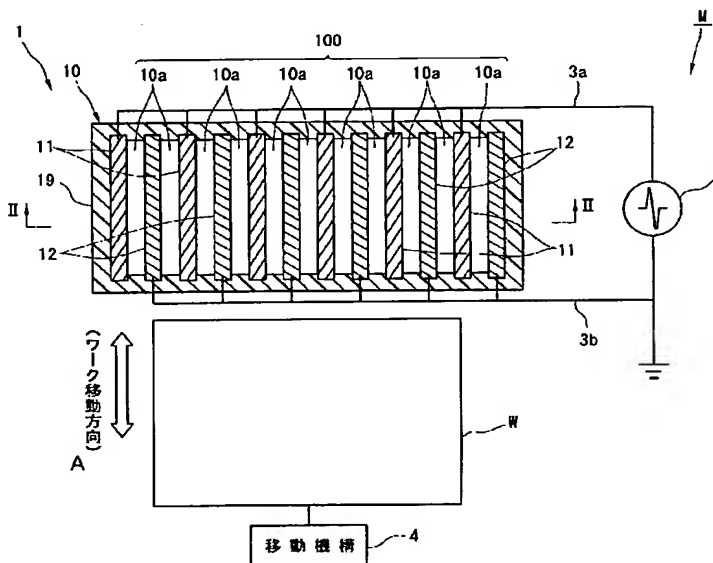
(10) 国際公開番号
WO 2005/001917 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/205, 21/31, (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 積水化学工業株式会社 (SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5308565 大阪府大阪市北区西天満 2 丁目 4 番 4 号 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/008899
- (22) 国際出願日: 2004 年 6 月 24 日 (24.06.2004) (72) 発明者; および
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 安西 純一郎 (ANZAI, Junichiro) [JP/JP]; 〒1920906 東京都八王子市北野町 5 9 3-8 積水化学工業株式会社内 Tokyo (JP). 中野 良憲 (NAKANO, Yoshinori) [JP/JP]; 〒1920906 東京都八王子市北野町 5 9 3-8 積水化学工業株式会社内 Tokyo (JP). 川崎 真一 (KAWASAKI, Shinichi) [JP/JP]; 〒1920906 東京都八王子市北野町 5 9 3-8 積水化学工業株式会社内 Tokyo (JP). 中武 純夫 (NAKATAKE, Sumio) [JP/JP]; 〒1920906 東京都八王子市北野町 5 9 3-8 積水化学工業株式会社内 Tokyo (JP). 真弓 聡 (MAYUMI, Satoshi) [JP/JP]; 〒1920906 東京都八王子市北野町 5 9 3-8 積水化学工業株式会社内 Tokyo
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
- | | | |
|---------------|------------------------------|----|
| 特願2003-181395 | 2003 年 6 月 25 日 (25.06.2003) | JP |
| 特願2003-351283 | 2003 年 10 月 9 日 (09.10.2003) | JP |
| 特願2003-351284 | 2003 年 10 月 9 日 (09.10.2003) | JP |
| 特願2004-127312 | 2004 年 4 月 22 日 (22.04.2004) | JP |
| 特願2004-127313 | 2004 年 4 月 22 日 (22.04.2004) | JP |
| 特願2004-186435 | 2004 年 6 月 24 日 (24.06.2004) | JP |

[続葉有]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR SURFACE TREATMENT SUCH AS PLASMA TREATMENT

(54) 発明の名称: プラズマ処理等の表面処理装置及び方法



A...WORK MOVEMENT DIRECTION
4...MOVING MECHANISM

(57) Abstract: [PROBLEM] To effectively perform surface treatment of a large-area object even when a surface treatment device has short holes such as slits through which a treatment gas is blown against a surface of the object. [MEANS FOR SOLVING THE PROBLEM] A processing section (1) of a plasma surface treatment device (M) has a plurality of electrode plates (11, 12) arranged side by side. Between adjacent electrode plates, a slit-shaped hole (10a) is formed. A plurality of holes (10a) arranged side by side constitute a hole group (100). A work (W) to be treated is moved in the direction of the extension of the slits (10a) by a moving mechanism (4).

[続葉有]



(JP). 宮本 栄司 (MIYAMOTO, Eiji) [JP/JP]; 〒1920906 東京都八王子市北野町 5 9 3-8 積水化学工業株式会社内 Tokyo (JP). 武内 稔公 (TAKEUCHI, Toshimasa) [JP/JP]; 〒1920906 東京都八王子市北野町 5 9 3-8 積水化学工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 渡辺 昇, 外 (WATANABE, Noboru et al.); 〒1020074 東京都千代田区九段南 3 丁目 7 番 7 号、九段南グリーンビル 3 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 【課題】 処理ガスをスリット等の孔列から被処理物の表面に吹付ける表面処理装置において、孔列が短くても大面積の被処理物を効率良く表面処理する。【解決手段】 プラズマ表面処理装置 M の処理部 1 には、複数の電極板 11, 12 が並設されている。隣接する電極板どうしの間にスリット状の孔列 10a が形成され、並設された複数の孔列 10a にて孔列群 100 が構成されている。移動機構 4 によって、被処理物 W を各スリット 10a の延在方向に沿って移動させる。

明 細 書

プラズマ処理等の表面処理装置及び方法

技術分野

- [0001] この発明は、プラズマCVDを始めとするプラズマ処理や熱CVDなどの、処理ガスを被処理物に吹付けて成膜やエッチング等の表面処理を行なう装置及び方法に関する。特に、プラズマ処理においては、被処理物を電極間空間の外部に配置し、これに向けて電極間で形成したプラズマを吹出す所謂リモート式のプラズマ処理装置及び方法に関する。

背景技術

- [0002] 例えば、特許文献1には、表面処理装置としてリモート式のプラズマ処理装置が記載されている。装置は、垂直をなす電極板を横に複数並設してなるプラズマ処理部を有している。これら電極板のうち1つ置き電極板が高周波電源に接続され、他の1つ置き電極板が接地されている。隣り合う電極板間にスリットが形成されている。このスリットには、上方から処理ガスが導入される。併行して、電源から上記1つ置き電極板への高周波給電によって、隣り合う電極板間のスリット内に高周波電界が印加される。これによって、処理ガスがプラズマ化され、電極板間のスリットがプラズマ化空間になる。このプラズマ化されたガスが、上記スリットの下端から吹出され、下方に配置された被処理物に当てられる。これにより、被処理物のプラズマ表面処理がなされるようになっている。

特許文献2には、電極板の延び方向ひいては隣り合う電極板間のスリットの延び方向と直交する方向に被処理物を移動させながらプラズマを吹付けることが記載されている。電極板ひいてはスリットを被処理物の全幅に渡る長さにするることにより、被処理物の全体を一度に処理できる。

特許文献3に記載の装置では、電極板の対を含むガス噴出手段が左右に複数並設されている。そして、被処理物を電極板間のスリットの延び方向に沿って相対移動させるようになっている。

- [0003] 特許文献1:特開平5-226258号公報(第1頁)

特許文献2:特開2002-143795号公報(第1頁)

特許文献3:特開2003-249492号公報(第1頁)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] 上掲特許文献1に記載の装置では、大面積の被処理物に対しては電極板の数が足らず対応できない。逆に、小面積の被処理物では、電極板の数が余ってしまい電力や処理ガスを無駄にしてしまう。

また、上掲の特許文献1、2の装置では、被処理物が大面積になればなるほど、スリットひいては電極板を長大にしなければならない。そうすると、電極板が自重、クーロン力、熱応力等によって湾曲しやすくなってしまう。スリットや電極板の寸法精度の確保も容易でない。また、処理部全体の重量が電極板の枚数に応じて指数的に増大してしまう。

特許文献3の装置では、電極板の対ひいてはそれらの間のスリットを等ピッチに配置する構成になっておらず、処理間隔が一定にならない。また、各ガス噴出手段内の電極板ピッチと、隣接するガス噴出手段どうし間の電極板ピッチの関係については、明記がない。

- [0005] そこで、本発明は、プラズマ表面処理をはじめ熱CVDなども含む成膜やエッチング等の表面処理において、処理ガスを吹出す各スリット(孔列)を短小にしても、大面積の被処理物を効率良く表面処理でき、更に処理間隔を一定にできるようにすることを主目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明に係る表面処理装置は、処理ガスを被処理物(ワーク)の表面に吹付け、該表面を処理する装置において、一方向に延在する孔列をその延在方向と交差する方向に等ピッチで複数並設してなる孔列群を有し、各孔列から処理ガスを吹出す処理部と、前記処理部を被処理物に対し、前記並設方向と交差する方向に相対移動させる移動機構とを備えたことを特徴とする。

これによって、各孔列を短くでき、その一方、被処理物が大面積であっても、効率良く表面処理することができ、処理間隔を一定にすることもできる。

ここで、孔列は、1つのスリット(細長い隙間)にて構成されていてもよく、複数の小孔や短めのスリットを一行に並べることにより構成されていてもよい。

[0007] 前記相対移動方向が、各孔列の延在方向に沿っていてもよい。この場合、前記孔列の各々の延在方向(すなわち前記相対移動方向)と互いの並設方向とは、直交しているのが望ましいが、斜めに交差していてもよい。また、前記ピッチが、前記孔列と被処理物との間の距離すなわちワーキングディスタンスを有効範囲(許容範囲)の上限近傍としたときの有効処理幅と略等しくなるように設定されていることが望ましい。これによって、各孔列からのプラズマによって処理される領域を前記並設方向に連続させることができる。ここで、前記孔列と被処理物との間の距離の有効範囲とは、被処理物上の或る点における処理レートを有効な一定値以上に維持出来る範囲を言う(図4参照)。また、有効処理幅とは、1つの孔列から吹出されたプラズマによって表面処理がなされる範囲のうち、その処理が有効な範囲の幅寸法を言い、処理が有効な範囲とは、当該1つの孔列に対応する処理レートが、最大値の所定割合(例えば、15%〜25%)以上となる範囲を言う。

[0008] 前記孔列が、前記相対移動方向に対し斜めにそれぞれ延在していてもよい。これによって、表面処理の均一性を向上できる。

この斜設構造において、前記孔列が、前記相対移動方向に対し斜めにそれぞれ延在するとともに、前記相対移動方向と直交する方向に互いに並設されていてもよく、或いは、前記孔列が、前記相対移動方向に対し斜めにそれぞれ延在するとともに、この延在方向と直交する方向に互いに並設されていてもよい。この斜設構造においても、前記ピッチが、前記孔列と被処理物との間の距離を有効範囲の上限近傍としたときの有効処理幅と略等しくなるように設定されていてもよい。

[0009] 上記斜設構造において、前記孔列のうち1の孔列の延在方向の一端部と、所定の整数個隣りの孔列の延在方向の他端部とが、前記相対移動方向に沿う同一直線上に位置していることが望ましい。これによって、表面処理の均一性を一層向上できる。

[0010] 前記処理部を被処理物に対し前記相対移動方向と交差する方向に相対揺動させる揺動機構を更に備えてもよい。これによって、表面処理の一層の均一化を図ることができる。前記揺動方向は、前記並び方向に沿っているか、前記延在方向と直交す

る方向に沿っているのが望ましい。

- [0011] 前記処理部が、前記孔列群を前記延在方向に複数段有していてもよい。これによって、表面処理を十分に行うことができる。

隣り合う段の孔列群の孔列どうしは、前記並設方向にずれていることが望ましい。これによって、表面処理の均一化を図ることができる。特に、前記孔列の延在方向と前記相対移動方向が平行である場合に、縞状のムラが出来るのを有効に防止できる。

- [0012] 前記ずれの大きさは、前記ピッチの n 分の1 (n は、前記孔列群の段数)であることが望ましい。これによって、表面処理の均一性をより一層向上できる。

- [0013] 前記複数段構成において、隣り合う孔列群の一方に対応する第1揺動機構と、他方に対応する第2揺動機構を更に備え、これら第1、第2揺動機構が、それぞれ対応孔列群を互いに同一方向、かつ被処理物に対し前記相対移動方向と交差する方向に相対揺動させ、しかも第1揺動機構の揺動位相と第2揺動機構の揺動位相が、互いにずれていてもよい。これによって、表面処理の均一性を一層向上させることができる。

- [0014] 前記表面処理装置は、処理ガスを孔列群から吹出して被処理物に当てるものであり、プラズマ処理装置の他、熱CVD装置も含む。

プラズマ処理装置の場合には、前記処理部が、等ピッチで並設された複数の電極部材を有し、隣接する電極部材どうし間に前記孔列としてスリット状の隙間が形成され、前記複数の電極部材による隙間によって前記孔列群(スリット状の孔列の群、すなわちスリット群)が構成されており、各隙間に被処理物をプラズマ処理するための処理ガスが通されるようになっているのが望ましい。このように本発明をプラズマ処理装置に適用した場合には、電極部材の小型化・軽量化を図ることができ、機械的強度を高めて湾曲しないようにすることができる。また、寸法精度の確保も容易になる。さらに、大面積の被処理物に対しては、電極部材の並設数を増やすことにより対応でき、個々の電極部材を大型化する必要がない。前記電極部材は、例えば板状をなしている。

隣接する電極部材どうしは、例えば互いに逆の極性を付与されており、各隙間がプラズマ化空間となり、これに通された処理ガスがプラズマ化されて吹出されるようにな

っている。プラズマCVD等においては、1つの電極部材に対し、片側に隣接する電極部材とは互いに逆の極性になる一方、反対側に隣接する電極部材とは互いに同極になるようにし、逆極性の電極部材どうし間には前記処理ガスとしてプラズマで励起される反応性ガスを通し、同極性の電極部材どうし間には前記処理ガスとして膜の原料ガスを通す等してもよい。

[0015] 前記プラズマ処理装置において、前記処理部が、前記並設方向に分離可能に連結された複数の電極モジュールを有し、各電極モジュールが、等ピッチで並設された複数の電極部材を含み、前記孔列群(スリット群)の一部を構成していてもよい。これによって、電極モジュールの連結数を調節することにより、孔列群全体の大きさを被処理物の大きさに柔軟に対応させることができる。

[0016] 隣り合う2つの電極モジュールにおいて、互いの対向端に配置された電極部材どうしが、重ね合わされ、1の合体電極部材を構成し、この合体電極部材が、前記隣り合う2つの電極モジュールの他の各電極部材と等厚であることが望ましい。これによって、2つの電極モジュールの連結部分においてもスリット状孔列のピッチを他の部分と等しくすることができる。

[0017] 前記処理部が、処理ガスを均一化する整流路を有し、この整流路に複数の孔列が分岐するようにして連なっていることが望ましい。また、前記プラズマ処理装置において、前記処理部が、前記並設方向に分離可能に連結された複数のモジュールユニットを有し、各モジュールユニットが、前記電極モジュールと、この電極モジュールに接続された整流モジュールを備え、この整流モジュールが、処理ガスを均一化する整流路を有し、この整流路に同じモジュールユニットの電極モジュールの孔列が分岐するようにして連なっていることが望ましい。これによって、1つの整流路で均一化した処理ガスを複数の孔列に通すことができ、これら複数の孔列に対応する処理を一層均一に行なうことができる。

[0018] また、本発明は、処理ガスをプラズマ化空間に通して吹出し、前記プラズマ化空間の外部に配置した被処理物に当て、被処理物をプラズマ処理する装置であって、一方向に並設された第1電極モジュールと第2電極モジュールを備え、これら第1、第2電極モジュールの各々が、これら電極モジュールどうしの並設方向と同方向に並設さ

れた複数の電極部材と、これら電極部材を連結して支持する支持部を含み、隣り合う電極部材の間に前記プラズマ化空間となる間隙が形成されており、第1電極モジュールの電極部材のうち第2電極モジュール側の端に配置された第1端電極部材と、第2電極モジュールの電極部材のうち第1電極モジュール側の端に配置された第2端電極部材とが合わさることによって、1の合体電極部材が構成され、前記第1電極モジュールの第1端電極部材以外の電極部材と、前記合体電極部材と、前記第2電極モジュールの第2端電極部材以外の電極部材が、互いに等ピッチをなしていることを特徴とする。この特徴構成によれば、電極モジュールの並設数を調節することにより、被処理物の大きさに柔軟に対応させることができる。しかも、電極モジュールどうしの連結部分に対応する位置でも各電極モジュールに対応する位置と同じピッチで処理でき、表面処理の均一性を確保できる。この電極モジュール構造は、移動機構の無い装置、すなわち、被処理物が、電極モジュールを含む処理部に対して位置固定された状態で処理を行う装置にも適用可能である。

[0019] 前記第1端電極部材と第2端電極部材は、互いに同一の極性を有している。しかも、前記第1端電極部材と第2端電極部材ひいては前記合体電極部材は、接地電極であることが望ましい。これによって、漏電を防止できる。

[0020] 本発明の一の好適態様では、前記第1電極モジュールにおいて、前記第1端電極部材が、第2電極モジュール側に突出する第1厚肉部と、これより薄肉で第2電極モジュールとは逆側に引っ込む第1薄肉部とを一体に有し、前記第2電極モジュールにおいて、前記第2端電極部材が、第1電極モジュールとは逆側に引っ込む第2薄肉部と、これより厚肉で第1電極モジュール側に突出する第2厚肉部とを一体に有し、前記合体電極部材において、前記第1厚肉部と第2薄肉部が互いに重ね合わされ、前記第1薄肉部と第2厚肉部が互いに重ね合わされている。これによって、第1端電極部材と第2端電極部材どうしをしっかりと連結、合体化でき、分離も容易である。

[0021] この態様において、前記第1端電極部材を温調する場合には、前記第1厚肉部の内部に前記第1端電極部材を温調するための流体を通す温調路が形成されていることが望ましい。これによって、温調路の形成が容易になる。

[0022] 本発明の他の好適態様では、前記合体電極部材が、前記並設方向と交差する幅

方向に沿って複数の部分電極部材に分割され、これら部分電極部材の隣り合うものどうしのうち一方が、前記第1電極モジュールの支持部に支持されて前記第1端電極部材を構成し、他方が、前記第2電極モジュールの支持部に支持されて前記第2端電極部材を構成している。これによって、第1端電極部材と第2端電極部材どうしをしっかりと連結できるだけでなく、第1、第2端電極部材の一部分を薄くする必要がなく、剛性を十分に確保でき、撓みを抑えることができる。また、部分電極部材の製造も容易である。

[0023] 前記部分電極部材の内部に温調用の流体を通す温調路を形成するのが好ましい。部分電極部材は薄くする必要がないので、温調路を簡単に形成することができる。

[0024] 前記第1、第2電極モジュールの各電極部材が、前記並設方向と交差する板状をなしており、前記第1電極モジュールの第1端電極部材以外の板状をなす各電極部材と、板状をなす前記合体電極部材と、前記第2電極モジュールの第2端電極部材以外の板状をなす各電極部材が、互いに等厚であることが望ましい。これによって、ピッチを容易かつ確実に等しくすることができる。

[0025] 本発明に係る表面処理方法は、互いに等ピッチで並設された複数の孔列を有する処理部を、被処理物に対し前記並設方向と交差する方向に相対移動させながら、処理ガスを各孔列から吹出して被処理物の表面に吹付け、該表面の処理を行うことを特徴とする。これによって、各孔列を短くでき、その一方、被処理物が大面積であっても、効率良く表面処理することができる。

[0026] 被処理物を、前記孔列の延在方向に沿って相対移動させながら、前記処理ガスの吹出しを行なってもよく、被処理物を、前記孔列の延在方向に対し斜めに相対移動させながら、前記処理ガスの吹出しを行なってもよい。

前記ピッチを、前記孔列と被処理物との間の距離を有効範囲の上限近傍としたときの有効処理幅と略等しくなるように設定しておき、前記距離が前記有効範囲の上限近傍になるようにして処理を行なうことが望ましい。

[0027] 前記処理部が、前記等ピッチをなす孔列からなる孔列群を前記延在方向に複数段配置することにより構成され、しかも隣り合う段の孔列群どうしが前記並設方向にずれており、前記相対移動を、前記複数段の孔列群について一体に行うことが望ましい。

これによって、表面処理の均一性を向上させることができる。

- [0028] 前記処理部を、被処理物に対し前記相対移動方向と交差する方向に更に相対揺動させながら、前記処理ガスの吹出しを行うことにしてもよい。これによって、表面処理の一層の均一化を図ることができる。
- [0029] 前記処理部が、前記等ピッチをなす孔列からなる孔列群を前記延在方向に複数段配置することにより構成されており、前記相対移動と併行して、隣り合う段の孔列群どうしを、被処理物に対し前記相対移動方向と交差する方向に、位相を互いにずらして相対揺動させることにしてもよい。
- [0030] 前記揺動の振幅は、被処理物の相対移動の距離と比べると十分に小さいのが望ましい。また、前記揺動の振幅を、前記ピッチの2分の1又は2分の1強とすることが望ましい。これによって、表面処理の均一性を確実に確保することができる。
- [0031] 前記揺動の周期を、被処理物が孔列の長さ分の距離だけ相対移動する時間の整数分の1に設定することが望ましい。これによって、表面処理の均一性を一層確実に確保することができる。
- [0032] 本発明は、例えば、略常圧(大気圧近傍の圧力)の環境下でのプラズマ処理に適用される。本発明における略常圧とは、 $1.013 \times 10^4 \sim 50.663 \times 10^4 \text{ Pa}$ の範囲を言い、圧力調整の容易化や装置構成の簡易化を考慮すると、 $1.333 \times 10^4 \sim 10.664 \times 10^4 \text{ Pa}$ が好ましく、 $9.331 \times 10^4 \sim 10.397 \times 10^4 \text{ Pa}$ がより好ましい。

発明を実施するための最良の形態

- [0033] 以下、本発明の実施形態を図面にしたがって説明する。

図1及び図2は、本発明の基本構造に係る第1実施形態を示したものである。表面処理装置としての常圧プラズマ処理装置Mは、プラズマ処理ヘッド1(処理部)と、処理ガス供給源2と、電源3と、移動機構4を備えている。プラズマ処理装置M1は、液晶用ガラス基板や半導体ウェハーなどの大面積のワークWを被処理物とし、その表面を略常圧下(大気圧近傍下)でプラズマ処理するものである。

- [0034] 処理ガス供給源2は、1または複数の処理ガス成分を気相や液相で貯えるとともに、液相のものは気化させ、複数成分の場合は適量ずつ混合して、処理目的に応じた処理ガスを生成するようになっている。

[0035] 電界印加手段としての電源3は、処理ヘッド1でのプラズマ形成用の電圧として、例えばパルス電圧を出力するようになっている。このパルスの立上がり時間及び／又は立下り時間は、 $10\ \mu\text{s}$ 以下、パルス継続時間は、 $200\ \mu\text{s}$ 以下、後記電極間のスリット10aでの電界強度は $1\sim 1000\text{kV/cm}$ 、周波数は 0.5kHz 以上であることが望ましい。

なお、電源3は、パルス電圧に限らず、正弦波状の高周波交流電圧を出力するものであってもよく、直流電圧を出力するものであってもよい。

[0036] 移動機構4には、水平なワークセットテーブル5(図2にのみ図示)が接続されている。このワークセットテーブル5の上にワークWが水平にセットされるようになっている。移動機構4は、ワーク台5ひいてはワークWを前後方向(図1の矢印方向)に搬送する。これによって、ワークWが処理ヘッド1の下方に通され、プラズマ表面処理されるようになっている。なお、ワークWは、往復移動の他、往方向または復方向に1回移動されるだけで処理が完了しワーク台5から取り出されるようになっていてもよい。勿論、ワークWが位置固定される一方、移動機構4が、処理ヘッド1に接続され、処理ヘッド1を移動させるようになっていてもよい。移動機構4としてローラコンベア等を用いてもよい。ローラコンベアの場合、その上にワークWを直接的にセットでき、したがって、ワークセットテーブル5が不要になる。

[0037] 図2に示すように、装置Mのワークセットテーブル5には、ヒータ等のワーク温調装置5H(被処理物温調手段)が付設されている。このワーク温調装置5HによってワークWを処理に適した温度になるように加熱または冷却するようになっている。ワーク温調装置5Hは、ワークセットテーブル5の外部に配置されていてもよい。

[0038] プラズマ処理装置Mの処理ヘッド1について説明する。

図2に示すように、処理ヘッド1は、ワークセットテーブル5ひいてはその上にセットされたワークWより上側に位置するようにして、図示しない架台にて支持されている。処理ヘッド1は、1つのモジュールユニット1Xにて構成されている。モジュールユニット1Xは、電極モジュール10と、この電極モジュール10の上側に設置された整流モジュール20を有している。電極モジュール10は、プラズマ放電部を構成し、整流モジュール20は、整流部を構成している。

- [0039] 整流モジュール20には、受容れポート21と整流路が形成されている。受容れポート21に、前記処理ガス供給源2からの管2aが接続されている。整流路は、整流チャンバー20aやスリット状(ないしスポット状)の整流孔23a等にて構成されている。ガス整流モジュール20の下端部に整流孔形成部材として整流板23が設けられている。この整流板23に、複数の整流孔23aが左右に等ピッチで形成されている。各整流孔23aは、前後方向(図2の紙面と直交する方向)に延びるスリット状をなしているが、これに代えて、前後に分散配置された多数のスポット状の孔にしてもよい。整流孔23aは、後記電極板間のスリット10aと一対一に対応するようにして連なっている。すなわち、1つの整流路に複数のスリット10aが分岐するようにして連なっている。なお、整流板23を上下に複数設け、これにより整流チャンバーを複数に仕切るようにしてもよい。供給源2の処理ガスは、管2aを経、ガス整流モジュール20の受容れポート21に受容れられ、チャンバー20aや整流孔23a等からなる整流路により整流・均一化された後、電極モジュール10へ導入されるようになっている。
- [0040] 図1および図2に示すように、処理ヘッド1の電極モジュール10は、絶縁性のケーシング19と、このケーシング19内に収容された電極アレイ(電極列)とを有している。ケーシング19は、上下に開放されるとともに、ワークWの移動方向と直交する左右方向に延びる平面視長形状をなしている。ケーシング19の左右方向の長さは、ワークWの左右方向の幅寸法より大きい。
- [0041] ケーシング19内に収容された電極アレイは、複数(図では12個)の第1、第2電極板11, 12(板状の電極部材)にて構成されている。これら電極板11, 12は、互いに同一形状、同一寸法の導電金属製の四角い平板で構成される。この電極板11, 12が、それぞれ前後方向に沿う垂直をなし、互いに左右に等ピッチで並設されている。各電極板11, 12の前後両端部が、ケーシング19の前後の長壁にそれぞれ固定され支持されている。
- [0042] 上記電極板の極性は、並設方向に沿って互い違いになっている。すなわち、図1に示すように、電源3からの給電線3aが複数に分岐して、処理ヘッド1の1つ置き of 電極板11にそれぞれ接続されている。これら電極板11は、電界印加電極(ホット電極)となっている。処理ヘッド1の他の1つ置き of 電極板12は、接地線3bを介して接地さ

れ、接地電極（アース電極）となっている。電源3からのパルス電圧によって、隣り合う電極板11, 12どうし間にパルス電界が形成されるようになっている。

なお、詳細な図示は省略するが、各電極板11, 12の表面には、アルミナなどの固体誘電体層が溶射にて被膜されている。

[0043] 隣り合う電極板11, 12どうしの間には、スリット状の隙間10aが形成されている。この隙間すなわちスリット10aは、垂直をなして前後方向（ワークWの移動方向）に延在している。1つのスリット10aが、「一方向に延在する孔列」を構成している。複数の電極間スリット10aの左右方向の幅は、互いに等しい。各電極スリット10aの上端部は、上記整流モジュール20のスリット状整流孔23aのうち対応するものにそれぞれ連なっている。整流孔23aは、電極間スリット10aへの処理ガスの導入路となっている。電極間スリット10aは、処理ガスを通す通路となるとともに、上記電源3から電極板11への給電により電界が印加されてグロー放電の起きる放電空間となり、これにより、処理ガスがプラズマ化されるプラズマ化空間となっている。

[0044] 各電極スリット10aの下端部は、それぞれ開放され、前後方向に延びる処理ガス吹出し口となっている。

なお、ケーシング19の下端部に、吹出し口形成部材として底板を別途設けて電極板11, 12の下端面に宛がうとともに、この底板に各電極間スリット10aとストレートに連なるスリット状の吹出し口を形成することにしてもよい。この場合、電極間スリット10a及びそれに連なるスリット状吹出し口によって、「1つの孔列」が構成される。底板は、セラミックなどの絶縁材料で構成するとよい。

[0045] 処理ヘッド1において、左右に並設されたスリット10aによって、スリット群100すなわち「スリット状の孔列からなる孔列群」が構成されている。スリット群100は、ワークWの左右幅より長く延在されている。

[0046] ここで、処理ヘッド1のスリット10aの下端部（吹出し口）と、ワークWとの間の距離、すなわちワーキングディスタンスWD（図2）は、有効範囲内の上限近傍の値WD₀（以下、設定ワーキングディスタンスWD₀という。）に設定されている。図4に示すように、ワーキングディスタンスWDの有効範囲とは、ワークW上の或る地点で測定した処理レートが、有効な一定の値以上に維持されている範囲を言う。ワーキングディスタンス

が、この有効範囲を超えると、上記測定点での処理レートが、急激に低下する。すなわち、上記設定ワーキングディスタンス WD_0 は、この急激な低下が起きる直前のワーキングディスタンスである。ここでは、例えば、 $WD_0 = 6\text{mm}$ である。

[0047] 図3に示すように、電極板11, 12のピッチPは、上記設定ワーキングディスタンス WD_0 における、各スリット10aからのプラズマ化された処理ガス(以下、適宜「プラズマガス」という。)による有効処理幅と略等大になるように設定されている。有効処理とは、1つのスリット10aから吹出されたプラズマガスによって表面処理がなされる範囲Sのうち、その処理が有効な範囲 S_0 の幅寸法を言う。有効処理範囲 S_0 とは、当該1つのスリット10aからのプラズマガスによる処理レートを R とし、その最大値を R_{\max} とすると、この最大値 R_{\max} に対し、処理レート R が所定の割合 α 以上となる範囲を言う。すなわち、 $R \geq \alpha \times R_{\max}$ を満たす範囲を言う。例えば、 $\alpha = 15\% \sim 25\%$ である。なお、 $R = R_{\max}$ となる地点は、通常、スリット10aの中心の直下である。処理範囲S及び有効処理範囲 S_0 は、上記 $R = R_{\max}$ となる地点を中心にして左右に広がっている。

[0048] 処理範囲Sについては有効処理範囲 S_0 の幅は、ワーキングディスタンスに依存する。ワーキングディスタンスが有効範囲内すなわち $WD \leq WD_0$ を満たす範囲内では、ワーキングディスタンスが大きくなればなるほど、有効処理範囲 S_0 の幅すなわち有効処理幅が広がる。したがって、本実施形態の装置Mにおいては、ワーキングディスタンス W を上限近傍値 WD_0 とすることにより、有効処理幅を可能な限り大きくし、この有効処理幅に電極ピッチ P を合わせることで、電極ピッチ P を可能な限り大きく設定している。

[0049] 上記構成の常圧プラズマ処理装置Mの動作を説明する。

処理ガス供給源2からの処理ガスは、処理ヘッド1のガス整流モジュール20で整流された後、各電極間スリット10aに均一に導入される。これと併行して、電源3からのパルス電圧が、電極モジュール10の1つ置き電極板11に印加される。これによって、各電極間スリット10aにパルス電界が形成されてグロー放電が起き、処理ガスがプラズマ化(励起・活性化)される。このプラズマ化された処理ガスが、下方へ均一に吹出される。同時に、移動機構4によってワークWが処理ヘッド1の下方を前後方向すなわちスリット10aと平行方向に通される。このワークWに各スリット10aからの処理

ガスが吹き付けられる。これによって、成膜、エッチング、洗浄等の表面処理を行うことができる。

- [0050] 1つの整流路で均一化した処理ガスを複数のスリット10aに導くことができ、これらスリット10a内における処理ガス流を互いに均等にすることができ、ひいては、これらスリット10aに対応する処理を互いに均等に行なうことができる。

図3に示すように、スリット10aのピッチPと有効処理幅との上記関係により、1つのスリット10aからのプラズマガスによって有効に表面処理される範囲と、その隣のスリット10aからのプラズマガスによって有効に表面処理される範囲とを連続させることができる。また、各電極板11, 12の真下においては、図3の破線に示すように、両側のスリット10aからのプラズマガスによる処理レートが重なり合うことになる。したがって、同図の実線に示すように、実際の処理レートを倍増させることができる。これによって、ワークWを左右方向に万遍なく処理することができる。しかも、スリット群100がワークWの左右幅より長く延在されているので、ワークWの左右全幅を一度に処理することができる。そして、移動機構4にてワークWを前後に移動させることにより、ワークWの全面を効率よく処理することができる。

- [0051] 大面積(左右幅広)のワークに対しては、電極板11, 12ひいては電極間スリット10aの並設数を増やすことにより対応できる。各電極板11, 12の寸法は、ワークWの大きさに拘わらず短小にすることができる。したがって、寸法精度の確保が容易になるだけでなく、軽量化を図ることができ、自重、クーロン力、熱応力等による電極板11, 12の撓み量を小さくできる。なお、左右両端以外の電極板11, 12には、両側から逆方向のクーロン力が作用し、全体としてクーロン力が相殺されるため、湾曲を一層確実に防止することができる。

- [0052] 更に、常圧プラズマ処理装置Mにおいては、ワーキングディスタンスをなるべく大きくとり、有効処理幅ひいてはピッチPを大きくとっているため、電極板11, 12を十分に厚肉にすることができる。これによって、電極板11, 12の強度を高めることができ、撓みを一層確実に防止することができる。

- [0053] 次に、本発明の他の実施形態を説明する。以下の実施形態において既述の実施形態と同様の構成に関しては、図面に同一符号を付して説明を簡略化する。

[0054] 図5～図13は、本発明の具体構造に係る第2実施形態を示したものである。はじめに、図5にしたがって、第2実施形態の概略を説明する。

第2実施形態に係る常圧プラズマ処理装置の処理ヘッド1は、モジュールユニット1Xを多数(複数)備えている。これらモジュールユニット1Xは、前側(図5において上側)と後側(図5において下側)に2段をなし、各段において左右に複数個並べられ、前後左右に当接するもの同士が、互いに分離可能に連結されている。各モジュールユニット1Xは、第1実施形態と同様に、電極モジュール10と、その上側に設置された整流モジュール20(図7参照)とで構成されている。したがって、処理ヘッド1において、複数の電極モジュール10は、前側と後側に2段をなして左右に並べられ、前後左右に当接するもの同士が、互いに分離可能に連結されている。隣り合う2つの電極モジュール10、10のうち一方を、「第1電極モジュール」とすると、他方が、「第2電極モジュール」となる。同様に、処理ヘッド1において、複数の整流モジュール20は、前側と後側に2段をなして左右に並べられている。処理ヘッド1を構成する全てのモジュールユニット1Xの整流モジュール20(図7参照)によって「整流部」が構成され、全ての電極モジュール10によって「プラズマ放電部」が構成されている。

[0055] 図5に示すように、各電極モジュール10は、所定数の電極板11、12を左右に一定ピッチPで並べることによって構成されている。(なお、図5では、簡略化のために、各電極モジュール10の電極板数を図6～図11の具体構造図より少なく図示してある。)

前側の段の全ての電極モジュール10の電極板11、12によって、前段の電極アレイが構成され、ひいては前段のスリット群100が構成されている。後側の段の全ての電極モジュール10の電極板11、12によって、後段の電極アレイが構成され、ひいては後段のスリット群100が構成されている。すなわち、処理ヘッド1には、スリット群100が、前後2段設けられている。また、各電極モジュール10は、スリット群100の一部を構成している。

[0056] 前後の各段において左右に隣り合う2つの電極モジュール10における、互いの対向端の電極板12、12(後述の通り、これら電極板を符号12R、12Lで表記する。)どうしは、重なり合い、1つの合体電極板12X(合体電極部材)を構成している。合体電極板12Xは、他の電極板11、12と等厚になっている。これによって、前後各々のスリ

ット群100のスリットピッチが、2つの電極モジュールの連結部分においても他の部分と等しくなり、スリット群100全体にわたって等ピッチPになっている。

[0057] 次に、第2実施形態の詳細構造を、図6ー図13にしたがって説明する。

図7に示すように、各モジュールユニット1Xの整流モジュール20は、前後方向(図7の左右方向)に細長く延びるハウジング29と、このハウジング29内に設けられた2枚(複数)の整流板23U, 23Lを有している。ハウジング29の上面には、前後一対の受容れポート21が設けられている。処理ガス供給源2からの供給管2aが、各ユニット20ごとに分岐し、各受容れポート21に接続されている。

[0058] 図7および図8に示すように、ハウジング29内の2つの整流板23U, 23Lは、上下に離間配置されている。これら整流板23U, 23Lによって、ハウジング29の内部が、上下3段(複数段)のチャンバー20a, 20b, 20cに仕切られている。上段のチャンバー20aに、受容れポート21が連なっている。

[0059] 図13に示すように、整流板23U, 23Lは、それぞれ多孔板にて構成されている。これら整流板23U, 23Lの孔23c, 23dを介して上下のチャンバー20a, 20b, 20cどうしが連通されている。各整流板23U, 23Lの孔23c, 23dは、例えば10mm〜12mm間隔で格子点状に整列配置されている。ただし、上段の整流板23Uにおける受容れポート21の真下位置には、孔が設けられていない。これら孔23c, 23dは、下側の整流板のものほど小孔になっている。例えば、上段の整流板23Uの孔23cの直径は、3mmであり、下段の整流板23Lの孔23dの直径は、2mmである。

各整流モジュール20のチャンバー20a, 20b, 20c及び孔23c, 23dによって、「整流路」が構成されている。

[0060] 図8に示すように、ハウジング29の底板24の上面には、4つ(複数)の支柱26が設けられている。支柱26は、ハウジング29の全長にわたって前後(図8の紙面と直交する方向)に細長く延び、互いに左右に離れて配置されている。これら支柱26によって下段の整流板23Lが支持されている。また、隣り合う支柱26どうしの間に下段のチャンバー20cが形成されている。すなわち、下段チャンバーが、支柱(隔壁)26によって5つ(複数)に分割されている。各分割チャンバー20cは、前後に細長く延びている。このチャンバー20cが、底板24のガス導入孔24aを介して電極モジュール10の電

極間スリット10aの上端部に連なっている。1つのチャンバー20cは、隣り合う2つの電極間スリット10aと対応している。すなわち、各整流モジュール20の整流路に複数のスリット10aが分岐するようにして連なっている。

[0061] 処理ガス供給源2からの処理ガスは、供給管2aおよび整流モジュール20の前後一対の受容れポート21を経て、上段チャンバー20aに導入される。そして、整流板23Uの多数の孔23cから中段のチャンバー20bに流れ込む。ここで、各受容れポート21の直下には孔23cが設けられていないため、処理ガスを上段チャンバー20a内の全体に十分に拡散させたうえで、中段チャンバー20bに送ることができる。その後、処理ガスは、整流板23Lの多数の孔23dから下段の各分割チャンバー20cに流れ込む。そこからハウジング底板24の導入孔24aを経て、電極モジュール10の各電極間スリット10aへ導かれる。

[0062] 図6に示すように、第2実施形態の各電極モジュール10は、左右に一定ピッチPで並べられた複数(例えば11枚)の電極板11, 12(板状の電極部材)と、これら電極板11, 12の前後両端に設けられた端壁15(支持部)とを有し、前後に細長く延びている。

[0063] 図6および図7に示すように、前後両端の壁15は、それぞれ内壁部材16と、この内壁部材16の外側面にボルト締めされた外壁部材17とを有している。内壁部材16の外側面には、後述する冷媒溜め用の大きな凹部16f(図12)が形成されている。外壁部材17は、この凹部16fを塞ぐ蓋の役目を担っている。外壁部材17は、ステンレス等の金属にて構成されているのに対し、内壁部材16は、樹脂にて構成されている。これは、後記金属ボルト51から金属製外壁部材17に放電が飛ばないようにするためである。内壁部材16の内側面には、後記外側壁以外の電極板数に対応する数の樹脂製の詰めブロック14が設けられている。詰めブロック14は、縦長状をなすとともに、互いに前後に隙間無く並べられている。

[0064] 図6〜図8に示すように、電極モジュール10の各電極板11, 12は、例えばアルミニウムやステンレス等の導電金属にて構成され、長さ方向を前後に向け、厚さ方向を左右に向け、幅方向を垂直に向けて配置されている。図6、図8に示すように、ホット電極を構成する第1電極板11と、アース電極を構成する第2電極板12は、左右に交互

に並べられている。左右両端には、それぞれアース電極である第2電極板12が配置されている。この左右両端の電極板12によって、電極モジュール10の左右の外側壁が構成されている。左端の電極板12を他と区別するときは、符号12に「L」を添えて表記し、右端の電極板12を他と区別するときは、符号12に「R」を添えて表記し、左右両端以外の第2電極板12を他と区別するときは、符号12に「M」を添えて表記する。

- [0065] 左右に隣り合う2つの電極モジュール10、10のうち左側のものを「第1電極モジュール」とし、右側のものを「第2電極モジュール」とすると、左側の電極モジュール10における右端電極板12Rが、「第1端電極部材」となり、右側の電極モジュール10における左端電極板12Lが、「第2端電極部材」となる。逆に、右側の電極モジュール10を「第1電極モジュール」とし、左側の電極モジュールを「第2電極モジュール」とすると、右側の電極モジュール10における左端電極板12Lが、「第1端電極部材」となり、左側の電極モジュール10における右端電極板12Rが、「第2端電極部材」となる。
- [0066] 電極モジュール10における両端以外の9枚の電極板11、12Mは、互いに等厚の平板状をなしている。これら電極板11、12Mの前後方向の長さは、例えば3000mmであり、左右方向の厚さは、例えば9mmであり、上下方向の幅は、例えば60mmである。図6に示すように、各電極板11、12Mの前後の端面には、詰めブロック14が、それぞれ宛てがわれ、金属ボルト51にて固定されている。
- [0067] 電極モジュール10の外側壁を兼ねた両端の電極板12L、12Rは、内側の電極板11、12Mより前後に長く延出し、左右両端の詰めブロック14と内壁部材16の左右端面に宛がわれるとともに、外壁部材17に突き当てられ、ボルト締めされている。
- [0068] 図6～図9に示すように、電極板11、12Mの両側面には、アルミナ(Al_2O_3)等からなる固体誘電体の板13が、それぞれ宛てがわれている。左端の電極板12Lの平坦な右側面と、右端の電極板12Rの平坦な左側面にも、同様の固体誘電体板13が、それぞれ宛てがわれている。これら固体誘電体板13の厚さは、例えば1mmである。なお、板13を宛がうのに代えて、固体誘電体の溶射等で被膜することにしてもよい。
- [0069] 図6、図8、図9に示すように、隣り合う電極板11、12どうしの間(正確にはそれらの固体誘電体板13どうしの間)には、狭い一定厚の隙間すなわち電極間スリット10aが

形成されている。第1実施形態で述べたのと同様に、電極間スリット10aは、処理ガスを通す通路となるとともに、電源3から電極板11への給電により電界が印加されてグロー放電の起きる放電空間となり、これにより、処理ガスがプラズマ化されるプラズマ化空間となっている。1つの電極モジュール10全体では、10個の電極間スリット10aが形成されている。これら電極間スリット10aのピッチPは、上記電極板11, 12のピッチと等しい。

[0070] 図6、図9、図10に示すように、各電極間スリット10aを挟んで対向する2枚の固体誘電体板13の前側の端部どうし間、及び後側の端部どうし間には、スペーサ18が介在されている。これによって、各固体誘電体板13が電極板11, 12に押し当てられるとともに、電極間スリット10aの左右方向の厚さが所定に維持されている。電極間スリット10aの厚さは、例えば1mmである。

上述したように、各電極間スリット10aの上端部は、整流モジュール20の導入孔24aに連なっている(図8)。

[0071] 図8、図11(a)に示すように、各電極モジュール10の左端の電極板12Lの上側部と下側部は、他の電極板11, 12Mより薄肉となり、上下一対の薄肉部12g, 12gを構成している。左端電極板12Lの上下方向の中央部は、隣の電極モジュール10に向けて突出する凸状をなし、上記薄肉部12gより厚肉の厚肉部12fを構成している。図2に示すように、これら薄肉部12g及び厚肉部12fは、左端電極板12Lの全長にわたって前後に延びている。厚肉部12fの厚さは、例えば7mmであり、薄肉部12gの厚さは、例えば2mmである。

[0072] 一方、図8、図11(a)に示すように、各電極モジュール10の右端の電極板12Rの上下方向の中央部には、外側面に凹部が形成されている。これにより、右端電極板12Rの上下方向の中央部は、薄肉部12hを構成し、上側部と下側部は、薄肉部12hより厚肉の厚肉部12kを構成している。図2に示すように、これら薄肉部12h及び厚肉部12kは、右端電極板12Rの全長にわたって前後に延びている。右端電極板12Rの薄肉部12hの厚さは、例えば2mmであり、厚肉部12kの厚さは、例えば7mmである。

[0073] 左右に隣り合う2つの電極モジュール10, 10のうち左側のものを「第1電極モジュール」

ル」とし、右側のものを「第2電極モジュール」とすると、左側の電極モジュール10における右端電極板12Rの厚肉部12kと薄肉部12hが、それぞれ「第1厚肉部」、「第1薄肉部」となり、右側の電極モジュール10における左端電極板12Lの薄肉部12gと厚肉部12fが、それぞれ「第2薄肉部」、「第2厚肉部」となる。(勿論、右側の電極モジュール10を「第1電極モジュール」とし、左側の電極モジュールを「第2電極モジュール」とすると、右側の電極モジュール10における左端電極板12Lの厚肉部12fと薄肉部12gが、それぞれ「第1厚肉部」、「第1薄肉部」となり、左側の電極モジュール10における右端電極板12Rの薄肉部12hと厚肉部12kが、それぞれ「第2薄肉部」、「第2厚肉部」となる。)

[0074] 図11(b)、図12に示すように、プラズマ処理ヘッド1の前後の各段において左右に隣接する2つの電極モジュール10、10のうち、左側のモジュール10の凹状をなす薄肉部12hに、右側のモジュール10の凸状をなす厚肉部12fが嵌め込まれている。また、左側のモジュール10の凸状をなす厚肉部12kが、右側のモジュール10の凹状をなす薄肉部12gに嵌め込まれている。このようにして、左側のモジュール10の右端電極板12Rと右側のモジュール10の左端電極板12Lとが重ね合わされ、これら電極板12R、12Lによって、真平らな1つの合体電極板12Xが構成されている。合体電極板12Xは、アース電極を構成している。

[0075] 合体電極板12Xの厚さは、他の電極板11、12Mと同じ(9mm)である。これによって、図11(b)に示すように、電極板ピッチが、左右に隣接する2つの電極モジュール10の連結部分においてもそれ以外の部分と等しい大きさP(例えば $P=12\text{mm}$)になっている。すなわち、左側のモジュール10の電極板11、12Mと、合体電極板12Xと、右側のモジュール10の電極板11、12Mが、互いに等ピッチをなしている。これによって、スリット群100の全体にわたって、スリット10aのピッチが、一定の大きさPに揃えられている。

[0076] 図8に示すように、電極モジュール10の下端部には、底板10Lが設けられている。底板10Lは、セラミック等の絶縁材料からなり、電極板11、12Mの下面に宛がわれている。底板10Lには、吹出しスリット10bが複数形成されている。これら吹出しスリット10bは、各々前後に延びるとともに、互いに左右に等ピッチPで並設されている。上

記電極間スリット10aと同様に、吹出しスリット10bのピッチは、左右に隣接する2つの電極モジュール10の連結部分でも他の部分と等しい。

[0077] 各吹出しスリット10bの下側部には段差が形成され、そこより上側が幅広になっており、そこに、電極間スリット10aを挟んで対向する2枚の固体誘電体板13、13の下端部が挿入されている。これら2枚の固体誘電体板13、13の間の電極間スリット10aが、吹出しスリット10bの段差より下側部に連なっている。吹出しスリット10bの下端部は、底板10Lの下面に開口し、処理ガスの吹出し口になっている。1つの電極間スリット10aとそれに連なる吹出しスリット10bの下端部によって、「1つの孔列」が構成されている。

[0078] 図5、図9に示すように、第2実施形態の前段のモジュールユニット1Xと後段のモジュールユニット1Xどうしは、上記ピッチPの半分だけ左右にずれている。よって、前段の電極モジュール10と後段の電極モジュール10は、左右に半ピッチ($P/2$)だけずれている。これによって、前段のスリット群100と後段のスリット群100は、左右に半ピッチ($P/2$)だけずれている。

[0079] この半ピッチのずれによって、図14の二点鎖線に示すように、前段のスリット群100からの処理ガスによる処理の谷間の部分に、同図の破線に示すように、後段のスリット群100からの処理ガスによる処理の山の部分を重ね、前側の山の部分に後側の谷間に部分を重ねることができる。この結果、同図の実線に示すように、処理レートを左右方向に均すことができ、処理ムラを抑えることができる。

しかも、スリット群100が、左右の電極モジュール10、10どうしの連結部分でも所定ピッチPになっているので、処理の均一性を一層向上することができる。

[0080] 第2実施形態のモジュールユニット1Xにおける電極板11、12の給電構造について説明する。

図7および図8に示すように、整流モジュール20の前側部には、それを垂直に貫通する給電ピン31が、左右に並んで5本(複数)設けられている。これら給電ピン31の上端部は、ホット線(給電線)3aを介して電源3に接続され、下端部は、電界印加側の第1電極板11にそれぞれ埋め込まれている。同様にして、整流モジュール20の後側部には、接地ピン32が設けられ、その上端部がアース線(接地線)3bを介して接

地され、下端部が接地側の第2電極板12にそれぞれ埋め込まれている。

[0081] 第2実施形態の電極モジュール10には、電極板11, 12の冷却手段(温調手段)が設けられている。

詳述すると、図7および図8に示すように、各電極板11, 12Mの内部には、温調路として上下に離れて3つ(複数)の冷媒路10c, 10d, 10eが形成されている。各冷媒路10c〜10eは、電極板11, 12Mの全長にわたって前後に延びている。

[0082] 図7に示すように、電極板11, 12Mの前後両端面に宛てがわれた詰めブロック14には、上下に離れて3つの通路14a, 14b, 14cが形成されている。図9に示すように、各通路14a〜14cは、前後に延びる路部分14eと、これと左右に交差する路部分14fとを有し、平面視T字状をなしている。上段の通路14aの路部分14eが、対応電極板11, 12Mの上段の冷媒路10cに連なり、中段の通路14bの路部分14eが、中段の冷媒路10dに連なり、下段の通路14cの路部分14eが、下段の冷媒路10eに連なっている。

[0083] なお、図10に示すように、電極板11, 12Mの各冷媒路10c〜10eと詰めブロック14の通路14eとの連結部分には、円筒状のコネクタブッシュ65が設けられている。コネクタブッシュ65の外周面と前後両端面との角は、面取りされ、そこにOリング66が設けられている。このOリング66は、ボルト51(図7)をねじ込むことによって圧潰されるようになっている。

[0084] 図9に示すように、左右に並べられた詰めブロック14における同一高さの通路14a〜14cの左右方向の路部分14fどうしは、互いに左右一直線に連なっている。

[0085] 図8および図9に示すように、各電極モジュール10の左端電極板12Lの厚肉部12fには、冷媒路12bが形成されている。冷媒路12bは、左端電極板12Lのほぼ全長にわたって前後に延びている。この冷媒路12bの前後両端の近傍部分に、左端詰めブロック14の中段通路14bの左右路部分14fが連なっている。

[0086] 図9および図12に示すように、各電極モジュール10において、冷媒路12bの前後両端部は、それぞれ前後の内壁部材16の左側部の通路16bを介して冷媒溜め16fに連なっている。

[0087] 同様に、右端電極板12Rの上側の厚肉部12kには、冷媒路12aが形成され、下側

の厚肉部12kには、冷媒路12cが形成されている。これら冷媒路12a, 12cは、右端電極板12Rのほぼ全長にわたって前後に延びている。上段の冷媒路12aの前後両端の近傍には、右端詰めブロック14の上段通路14aの左右路部分14f(図7)が連なり、下段の冷媒路12cの前後両端の近傍には、下段通路14cの左右路部分14f(図7)が連なっている。各冷媒路12a, 12cの前後両端部は、それぞれ前後の内壁部材16の右側部の通路16a, 16cを介して冷媒溜め16fに連なっている。

[0088] 図7に示すように、電極モジュール10の前側の内壁部材16の上面には、冷媒溜め16fに連なる冷媒インレットポート61が設けられている。冷媒供給源6から延びる冷媒供給管6aが、冷媒インレットポート61に連なっている。

一方、電極モジュール10の後側の内壁部材16の上面には、冷媒溜め16fに連なる冷媒アウトレットポート62が設けられている。このポート62から冷媒排出管6bが延びている。

[0089] 供給源6からの冷水等の冷媒は、管6aを経て、インレットポート61から前側内壁部材16の冷媒溜め16fに一旦溜められた後、3つの通路16a〜16cに分流される。右側の上段通路16aを経た冷媒は、右端電極板12Rの上段冷媒路12aに入り、一部がそのまま後方へ流れるとともに、残りが、前側のブロック上段通路14aに流れ込み、そこから各電極板11, 12Mの上段冷媒路10cに分流し、後方へ流れる。また、左側の中段通路16bを経た冷媒は、左端電極板12Lの冷媒路12bに入り、一部がそのまま後方へ流れるとともに、残りが、前側のブロック中段通路14bに流れ込み、そこから各電極板11, 12Mの中段冷媒路10dに分流し、後方へ流れる。さらに、右側の下段通路16cを経た冷媒は、右端電極板12Rの下段冷媒路12cに入り、一部がそのまま後方へ流れるとともに、残りが、前側のブロック下段通路14cに流れ込み、そこから各電極板11, 12Mの下段冷媒路10eに分流し、後方へ流れる。これによって、電極板11, 12を全体的に冷却(温度調節)できるようになっている。

[0090] 各電極板11, 12Mの冷媒路10c〜10eの後端部に達した冷媒は、それぞれ後側のブロック通路14a〜14cを経て、電極板12L, 12Rの冷媒路12a〜12cの後端部に合流する。そして、後側の内壁通路16a〜16cを経て、後側冷媒溜め16fに溜められる。その後、アウトレットポート62から管6bを経て排出されるようになっている。

[0091] 左右幅の大きなワークWを処理する場合には、モジュールユニット1Xひいては電極モジュール10を継ぎ足せばよい。これによって、電極板11, 12及び電極間スリット10aの並設数を簡単に増やすことができ、ひいてはスリット群100を簡単に長くすることができる。左右幅の小さなワークWの場合には、一部のモジュールユニット1Xひいては電極モジュール10を抜き取る。これによって、電極板11, 12及び電極間スリット10aの並設数を簡単に減らすことができ、ひいてはスリット群100を簡単に短くすることができる。これによって、ワークWの大きさに柔軟に対応することができる。

[0092] 左右に隣合う2つの電極モジュール10, 10どうしにおいて、一方の凸状をなす厚肉部12f(12k)を他方の凹状をなす薄肉部12h(12g)に嵌め込むことにより、両者の対向端電極板12R, 12Lどうしをしっかりと連結、合体化できる。分離の操作も容易である。

端電極板12L, 12Rは、厚肉部12f, 12kを有しているので、この厚肉部12f, 12kに冷媒路12aー12cを開穿することができ、冷媒路の確保が容易である。

[0093] ワーキングディスタンス及び有効処理幅を可及的に大きくとり、ひいてはピッチPを大きくすることにより、電極板11, 12を可及的に厚肉にすることができる。これにより、冷媒路10aー10cを容易に形成できる。

[0094] 図15は、第2実施形態の変形態様を示したものである。

図15(b)に示すように、この変形態様では、左右に隣り合う2つの電極モジュール10で作る合体電極板12Xが、上下に4つの部分電極板12p(すなわち複数の板状をなす部分電極部材)に分割されている。各部分電極板12pは、他の電極板11, 12Mと同じ左右方向の厚さを有するとともに、図15の紙面と直交する前後方向に延びる角柱形状をなしている。図15(a)に示すように、これら部分電極板12pのうち上から1段目と3段目のものが、左側の電極モジュール10の右端部に取り付けられ、左側の電極モジュール10の右端電極板12Rを構成し、2段目と4段目のものが、右側の電極モジュール10の左端部に取り付けられ、右側の電極モジュール10の左端電極板12Lを構成している。詳細な図示は省略するが、各部分電極板12pの長手方向の両端部は、対応電極モジュール10の端壁15(図6参照)にそれぞれ連結され、支持されている。

[0095] 左側の電極モジュール10に取り付けられた1段目と3段目の部分電極板12p, 12pと、右側の電極モジュール10に取り付けられた2段目と4段目の部分電極板12p, 12pとが、互いに噛み合わされ、これにより、1つの合体電極板12Xが構成されている。

[0096] 図15の変形態様によれば、端電極板12L, 12Rに凹凸を形成する必要が無く、製造が極めて容易であり、平面精度の確保も容易である。これにより、固体誘電体板13に確実に面接触させることができる。しかも、端電極板12L, 12Rを構成する部分電極板12pが、他の電極板11, 12Mと同じ厚さであり、上記第2実施形態の厚肉部12f, 12kより厚くなっており、かつ、薄肉部12g, 12hが無い。したがって、剛性を十分に確保でき、撓みを抑えることができる。これによって、各端電極板12L, 12Rと、それに宛がわれるべき固体誘電体板13との間に隙間が形成されるのを確実に防止できる。この結果、安定したプラズマを得ることができる。更には、スリット群100を、左右の電極モジュール10の連結部分においても確実に所定ピッチPに維持することができ、表面処理の均一性をより向上できる。

また、端電極板12L, 12Rを構成する部分電極板12pの製造が容易で加工工数が少なく、しかも、すべての部分電極板12pを互いに同一形状にすることができる。これによって、部材コストを安価にすることができる。

[0097] なお、各部分電極板12pには、冷媒路10f(温調路)が形成されている。詳細な図示は省略するが、これら冷媒路10fは、端壁15の冷媒溜め16f(図9参照)にそれぞれ連なっている。また、端電極板12L, 12R以外の電極板11, 12Mの冷媒路10c, 10d, 10eは、冷媒路10fを介さずに冷媒溜め16fに連なっている。

[0098] 図16は、本発明の第3実施形態を示したものである。第3実施形態は、本発明の基本構造に係る第1実施形態(図1及び図2)の変形態様である。

第3実施形態では、上記第1実施形態と同様に、処理ヘッド1のケーシング19が左右に延び、ケーシング19内の各電極板11, 12が、左右方向すなわちワークWの移動方向と直交する方向に並設されている。

[0099] 一方、第3実施形態では、上記第1実施形態とは異なり、電極板11, 12が、その並設方向すなわち左右方向に対し角度 θ ($\theta < (\pi/2)$) になるように傾けられている。ワークWの移動方向(前後方向)に対しては角度 $((\pi/2) - \theta)$ だけ傾けられてい

る。したがって、電極間スリット10aの延び方向も、ワークWの移動方向に対し角度($(\pi/2) - \theta$)だけ傾けられている。なお、第3実施形態では、電極板11, 12及び電極間スリット10aが、前方(図16において上)に向かって右に傾いているが、左に傾いていてもよい。

- [0100] 図16の一点鎖線L1に示すように、1の電極間スリット10aの前端部(図16において上端)と、その直ぐ右隣の電極間スリット10aの後端部(図16において下端)とは、ワークWの移動方向すなわち前後方向に沿う同一直線上に位置している。換言すると、1の電極間スリット10aの前端部の左右方向の位置と、その隣の電極間スリット10aの後端部の左右方向の位置が、互いに揃えられている。したがって、第3実施形態のプラズマ処理装置M1では、スリット群100が、次式の関係を満たしている。

$$L \times \cos \theta = (t + d) \times \operatorname{cosec} \theta \quad \cdots (\text{式1})$$

ここで、Lは、電極間スリット10aの長さであり、tは、各電極板11, 12の厚さ(隣り合う電極間スリット10aどうし間の間隔)であり、dは、電極間スリット10aの幅(隣接する電極板11, 12間の間隔)である。

- [0101] なお、図示は省略するが、電極モジュール10の上側に設けられる整流モジュール20のスリット状整流板23a(図2参照)も、前記電極間スリット10aに合わせて斜めになっており、対応する電極間スリット10aの上端開口の全長にわたってストレートに連なっている。

- [0102] 上記構成において、各電極間スリット10aでプラズマ化された処理ガスが、ワークWに吹付けられる。同時に、移動機構4によってワークWが前後に移動される。この時、ワークWの各ポイントは、電極間スリット10aの真下と、電極板11, 12の真下を斜めに横断する。これによって、プラズマガスの曝露量を平均化することができる。しかも、隣接する電極間スリット10aの前後逆側の端部どうしが同一の前後方向直線上に位置しているので、ワークWをひと通り通すと、ワークW上のすべてのポイントにおいてプラズマガス曝露量を等量にすることができる。これによって、ワークWの全体にわたって表面処理を確実に均一に行なうことができ、縞状のムラが出来るのを確実に防止することができる。特に、略常圧環境ではガスが拡散しにくくムラが出来やすいところ、これを効果的に防止することができる。

各電極板11, 12は、上記第1実施形態と同様に、ワークWの大きさに拘わらず短小にでき、湾曲を確実に防止できる。

- [0103] 前後逆側の端部どうしが同一の前後方向直線L1上に揃えられるべき2つの電極間スリット10a, 10aは、直ぐ隣のものどうしに限られず、1つ置き又は複数個置きに隣り合うものどうしであってもよい(複数個隣のものどうしであってもよい)。すなわち、スリット群100が、上記式1を一般化した次式を満たしていればよい。

$$L \times \cos \theta = n \times (t + d) \times \operatorname{cosec} \theta \quad \cdots (\text{式2})$$

ここで、nは、1以上の整数である。図16(1つ隣のものどうしの場合)においては、n=1である。

- [0104] 図17は、上記式2においてn=2の場合を満たした電極モジュール10を示したものである。この電極モジュール10では、各電極板11, 12ひいては電極間スリット10aが、図16のものより大きく傾けられている。そして、1の電極間スリット10aの前端部と、それと1つ置きに隣り合う(すなわち2つ隣の)電極間スリット10aの後端部とが、同一の前後方向直線L1上に揃えられている。

- [0105] 図18に示すように、各電極板11, 12が、並設方向に対し直交し、電極モジュール10それ自体の構造が図1のものと同様になっていても、全体を斜めに配置することにより、電極板11, 12ひいては電極間スリット10aを傾けることができる。

- [0106] 図18においては、処理ヘッド1の全体が、平面視時計方向に角度 θ' ($=(\pi/2) - \theta$)だけ傾けられている。これによって、電極モジュール10の長手方向が、左右方向に対し角度 θ' だけ傾けられている。また、電極板11, 12ひいては電極間スリット10aが、前後方向すなわちワークWの移動方向に対し角度 θ' だけ傾けられている。そして、1の電極間スリット10aの前端部が、直ぐ右隣の電極間スリット10aの後端部と、同一の前後方向直線L1上に位置されている。図18の電極モジュール10では、上記式2と等価の次式の関係が満たされている。

$$L \times \cos(\pi/2 - \theta') = n \times (t + d) \times \sin(\pi/2 - \theta') \quad \cdots (\text{式3})$$

式3のL、t、d、nは、上記式2の定義と同様である。図18の電極モジュール10の場合、n=1である。勿論、nが2以上の整数になるように傾けることにしてもよい。平面視時計方向ではなく、反時計方向に傾けることにしてもよい。

[0107] 図16～図18のような斜設構造においても、スリット群100を前後に複数段設けることにしてもよい。

例えば、図19に示す処理ヘッド1は、前後に配置された2つの電極モジュール10を有し、前後2段のスリット群100を有している。各電極モジュール10のケーシング19は、図16のものと同様に、ワーク移動方向と直交する左右方向に延びており、その内部に電極板11, 12が左右に並設されて収容されている。これら電極板11, 12ひいては電極間スリット10aが、左右並設方向に対し所定角度 θ になるように傾けられている。前後の電極モジュール10の電極間スリット10aどうしは、半ピッチだけ左右にずれている。図示は省略するが、各電極モジュール10の上側には、ガス整流モジュール20がそれぞれ設置されている。

なお、図19においては、傾き角度 θ が、上記式1(すなわち式2の $n=1$ の場合)を満たす大きさになっているが、式2の $n \geq 2$ を満たす大きさになっていてもよい。

かかる2段斜設構造によれば、より一層均一な表面処理を行なうことができる。また、各電極板11, 12の一層の短小化を図ることができる。

[0108] 図20は、図18の斜設電極モジュール10を複数段構造にした実施形態を示したものである。この実施形態の処理ヘッド1は、図18と同様の斜設電極モジュール10を前後に2つ備えている。各電極モジュール10の長手方向は、左右方向に対し角度 θ' をなす方向に延びている。電極板11, 12ひいては電極間スリット10aは、電極モジュール10の長手方向に互いに並設されるとともに、電極モジュール10の長手方向と直交する方向、すなわちワークWの移動方向に対し角度 θ' をなす方向に向けられている。

前後の電極モジュール10は、互いに左右に少しずれているが、ずれていなくてもよい。

[0109] 図21は、上記第2実施形態(図5～図14)の装置を斜設構造にした実施形態を示したものである。この実施形態の処理ヘッド1は、前後2段をなして横に並設された多数の電極モジュール10を備えている。これにより、前後2段のスリット群100が構成されている。そして、処理ヘッド1の全体が、平面視時計方向に角度 θ' だけ傾けられている。これによって、電極モジュール10の並設方向が、左右方向(ワークWの移動

方向と直交する方向)に対し角度 θ' をなすように傾けられている。電極モジュール10の各電極板11, 12についてはスリット群100の各スリット10aは、並設方向に対し直交しており、したがって、前後方向すなわちワークWの移動方向に対し角度 θ' をなす方向に傾いている。

- [0110] この傾き角度 θ' は、既述の式2、式3と等価の次式が満たされるように設定されている。

$$\theta' = \tan^{-1}(n \times P / L) \quad \dots (\text{式4})$$

ここで、Pは、電極板11, 12及び電極間スリット10aのピッチ(例えばP=12mm)であり、Lは、電極間スリット10aの長さ(例えばL=300mm)であり、nは、1以上の整数である。図21の装置では、n=1である。これによって、左右に隣り合う2つの電極スリット10aにおいて、左側の電極スリット10aの前端部と、右側の吹出しスリット10bの後端部とが、ワークWの前後移動方向に沿う同一の直線L1上に位置することになる。

- [0111] なお、電極モジュール10の具体構造は、図6ー図13に示す第2実施形態と同様であるが、端電極板12L, 12Rを、第2実施形態のものに代えて図15に示す第2実施形態の変形態様と同様に構成してもよい。前側の段と後側の段は、半ピッチ(P/2)だけ左右にずれているが、必ずしもずれている必要はない。傾き角度 θ' は、式1において $n \geq 2$ になるようにしてもよい。平面視時計方向ではなく、反時計方向に傾けることにしてもよい。

- [0112] ここまでの実施形態では、処理ヘッド1が架台に固定されており、動くことがなかったが、処理ヘッド1をワークWの移動方向に対し交差する方向に相對揺動させることにしてもよい。

すなわち、図22に示す第4実施形態では、左右に並設された1段のモジュールユニット1Xからなる処理ヘッド1が、架台(図示せず)に左右スライド可能に支持されている。この処理ヘッド1に揺動機構8が接続されている。揺動機構8は、例えば往復アクチュエータや、回転アクチュエータ及びその回転を往復動に変える変換機構等で構成され、処理ヘッド1全体を左右に揺動させるようになっている。プラズマ処理時には、移動機構4にてワークWを前後に移動させるとともに、揺動機構8にて処理ヘッド1を左右(すなわちワークWの移動方向と直交する方向)に揺動させながら、

処理ガスをプラズマ化し、ワークWに吹付ける。これによって、各スリット10aの延在方向とワークWの移動方向が平行になっていても、縞状の処理ムラが形成されるのを防止でき、表面処理の均一性を向上させることができる。

[0113] 揺動機構8による揺動振幅は、例えば電極板11, 12及び電極間スリット10aのピッチPの $1/2$ であるが、実際には、位置精度や加減速の関係で、揺動振幅を $P/2$ より大きな範囲で最適化するのが望ましい。これによって、縞状の処理ムラを確実に解消することができる。

[0114] また、揺動周期は、移動機構4によるワークWの移動速度に応じて最適化する。具体的には、ワークWが、スリット10aの長さ分の距離だけ移動する時間に、処理ヘッド1が、ちょうど自然数回(望ましくは複数回)揺動するような周期に設定する。これによって、揺動自体によるムラの発生を防止することができる。

[0115] 図23は、上記揺動機能付きの第4実施形態の変形態様を示したものである。この態様の処理ヘッド1は、前後2段をなして左右に並設されたモジュールユニット1Xにて構成されている。前側(図23において上側)の段のモジュールユニット1Xの全体が、一体となって左右スライド可能になるようにして、図示しない架台に支持されている。また、後側(図23において下側)の段のモジュールユニット1Xの全体が、一体となって、かつ前側の段とは別個に左右スライド可能になるようにして、上記架台に支持されている。前段モジュールユニット1Xには、第1揺動機構8Aが接続され、後段モジュールユニット1Xには、第1揺動機構8Bが接続されている。これら揺動機構8A, 8Bは、上記揺動機構8と同様の構造をなし、対応する段のモジュールユニット1Xを左右に揺動させるようになっている。しかも、これら揺動機構8A, 8Bは、互いに協働して、揺動の位相を互いにずらすようになっている。この位相差 ϕ は、例えば、 $\phi = \pi/2$ である。揺動の振幅及び周期は、上記揺動機構8と同様である。これによって、処理ムラを確実に防止でき、表面処理の均一性をより向上させることができる。

[0116] 本発明は、前記実施形態に限定されず、種々の形態を採用可能である。

例えば、スリット群100は、1段又は2段に限られず、3段以上設けることにしてもよい。この場合も、隣り合う段どうしを、スリット10aの並設方向にずらすのが好ましい。このずれは、 $\text{ピッチ}P \div (\text{段の数})$ とするのが好ましい。特に、各スリット10aの延在方向が

ワークWの移動方向と平行の場合には、段数を多くすればするほど処理の均一性を高めることができる。なお、均一性があまり要求されない処理(例えば洗浄等)の場合は、各スリット10aの延在方向がワークWの移動方向と平行でも、スリット群100は1段のみで十分である。

1つのスリットに代えて、複数の小孔や短めのスリットを一行に並べ(延在させ)、これを「1つの孔列」としてしてもよい。スリット群100に代えて、上記小孔や短スリットからなる列をその延在方向と交差する向きに複数並べ、これを「孔列群」としてしてもよい。

[0117] 第1、第2電極モジュールの各電極部材は、平板形状でなくてもよく、円柱形状等であってもよい。

第1電極モジュールの第1端電極部材と第2電極モジュールの第2端電極部材とが、それぞれ全体的に他の電極部材の約半分の厚さになっており、両者を合わせた合体電極部材が、他の電極部材と等厚になるようになっていてもよい。

[0118] 図16、図17に示す斜設構造の各実施形態では、傾斜角度 θ が、式1の $n=1$ 、 $n=2$ をそれぞれ満たすようになっているが、 $n=3$ 以上を満たすようにしてもよい。図18ー図21に示す斜設構造の各実施形態では、傾斜角度 θ' が、式4の $n=1$ を満たすようになっているが、 $n=2$ 以上を満たすようにしてもよい。更に、斜設構造の傾斜角度は、必ずしも式1ー式4を満たしていなくてもよい。処理条件などに応じて、0度より大きく90度より小さい範囲で適宜設定できる。

[0119] 図22に示す揺動機能の実施形態において、処理ヘッド1を固定する一方、ワークWを前後に移動させながら左右に揺動させることにしてもよい。この場合、移動機構に揺動機構を組み込むことにしてもよい。勿論、ワークWを固定する一方、処理ヘッド1を前後に移動させながら左右に揺動させることにしてもよい。

揺動方向は、ワークWの移動方向と交差する方向であればよく、スリット10aの並設方向に沿う方向に限られず、該並設方向に対し斜めをなす方向であってもよい。

図23に示す揺動機能の実施形態では、スリット群100(孔列群)が2段であったが、3段以上設けることにし、段ごとに揺動機構で揺動させ、隣り合う段どうしの揺動位相を互いにずらすようにしてもよい。この位相差 ϕ は、段数を n とすると、例えば $\phi = \pi / n$ であるが、これに限定されるものではなく、処理条件等に応じて適宜設定すること

ができる。3段以上の場合、そのうちの隣り合う2つの段の一方に接続される揺動機構が、請求の範囲の「第1揺動機構」となり、他方の段に接続される揺動機構が、「第2揺動機構」となる。一方の段のスリット群(孔列群)を固定する一方、第1揺動機構にてワークWを揺動させ、第2揺動機構にて他方の段のスリット群(孔列群)を前記ワークWの揺動に対し位相をずらして揺動させるようにしてもよい。

図16～図21のような斜設構造においても、揺動機構によって揺動させるようになっていてもよい。

- [0120] 本発明は、処理ガスをスリット等の孔列の群から吹出して被処理物に当てるものであればよく、プラズマ表面処理に限られず、熱CVDやHF(フッ酸)ベーパー等によるエッチングのような電極の無い表面処理にも適用できる。また、オゾン等によるアッシング、 CF_4 等によるエッチング、その他、成膜(CVD)、洗浄、表面改質(親水処理、撥水処理等)等の種々の表面処理に遍く適用できる。

処理の圧力条件は、略常圧に限らず、減圧環境でもよい。

実施例 1

- [0121] 実施例を説明する。本発明が以下の実施例に限定されないことは言うまでもない。第2実施形態(図5～図14)と同様のエッチング用のプラズマ処理装置を用い、以下の条件下でエッチング処理を行なった。

電極温度: 50℃

ワーク温度: 100℃

処理ガス

CF_4 200sccm

O_2 800sccm

H_2O 15sccm

パルス周波数: 20kHz

印加電圧 300V

- [0122] そして、前段のスリット群(孔列群)からのプラズマガスだけによる処理後の残膜の厚さと、前段と後段の2段階で処理した後の残膜の厚さを、ワークの左右幅方向にわたって測定した。

結果を図24に示す。前段だけによる処理では、膜厚が若干不均一になった。更に後段による処理を経ると、膜厚を、ほぼ均一化できた。

図面の簡単な説明

- [0123] [図1]本発明の第1実施形態を示し、図2のI-I線に沿う常圧プラズマ処理装置の平面断面図である。
- [図2]図1のII-II線に沿う、前記常圧プラズマ処理装置の正面断面解説図である。
- [図3]各電極間スリットからのプラズマガスによる処理能力を示す解説図である。
- [図4]ワーキングディスタンスと処理レートとの一般的な関係を示すグラフである。
- [図5]本発明の第2実施形態を示し、常圧プラズマ処理装置の概略構成の平面図である。
- [図6]図5の装置の各電極モジュールの平面図である。
- [図7]図8のVII-VII線に沿う、図5装置のモジュールユニットの側面断面図である。
- [図8]図7のVIII-VIII線に沿う、モジュールユニットの正面断面図である。
- [図9]図8のIX-IX線に沿う、前後の段の電極モジュールの平面断面図である。
- [図10]上記電極モジュールの電極板と詰めブロックの接合部の詳細を示す平面断面図である。
- [図11](a)は、左右に隣り合う電極モジュールを分離して示す正面断面図であり、(b)は、両電極モジュールを連結状態で示す正面断面図である。
- [図12]図9のXII-XII線に沿う、モジュールユニットの正面断面図である。
- [図13]図8のXIII-XIII線に沿う、モジュールユニットの整流モジュールの平面断面図である。
- [図14]前段の電極モジュールと後段の電極モジュールによる処理能力を、ワーク上の位置と処理レートで示したグラフである。
- [図15]上記第2実施形態の変形態様を示し、(a)は、左右に隣り合う電極モジュールを分離して示す正面断面図であり、(b)は、両電極モジュールを連結状態で示す正面断面図である。
- [図16]本発明の第3実施形態を示し、常圧プラズマ処理装置の平面断面図である。
- [図17]上記第3実施形態の変形態様を示す平面断面図である。

[図18]上記第3実施形態の他の変形態様を示す平面断面図である。

[図19]上記第3実施形態の他の変形態様を示す平面断面図である。

[図20]上記第3実施形態の他の変形態様を示す平面断面図である。

[図21]上記第2実施形態の装置に第3実施形態の要旨構成を組み合わせた実施形態を示す平面図である。

[図22]本発明の第4実施形態を示す平面図である。

[図23]上記第4実施形態の変形態様を示す平面図である。

[図24]実施例1の結果を示すグラフである。

符号の説明

- [0124] M 常圧プラズマ処理装置(表面処理装置)
W ワーク(被処理物)
1 プラズマ処理ヘッド(処理部)
1X モジュールユニット
10 第1又は第2電極モジュール
10a スリット(孔列、プラズマ化空間となる隙間)
100 スリット群(孔列群)
11 ホット電極の電極板(板状の電極部材)
12 アース電極の電極板(板状の電極部材)
12L, 12R 端電極板(第1端又は第2端電極部材)
12X 合体電極板(合体電極部材)
12f, 12k 第1又は第2厚肉部
12g, 12h 第1又は第2薄肉部
12p 部分電極板(部分電極部材)
12a, 12b, 12c, 10f 冷媒路(温調路)
20 整流モジュール
4 移動機構
8 揺動機構
8A 第1揺動機構

8B 第2揺動機構

請求の範囲

- [1] 処理ガスを被処理物の表面に吹付け、該表面を処理する装置において、
一方向に延在する孔列をその延在方向と交差する方向に等ピッチで複数並設してなる孔列群を有し、各孔列から処理ガスを吹出す処理部と、
前記処理部を被処理物に対し、前記並設方向と交差する方向に相対移動させる移動機構とを備えたことを特徴とする表面処理装置。
- [2] 前記相対移動方向が、各孔列の延在方向に沿っていることを特徴とする請求項1に記載の表面処理装置。
- [3] 前記孔列の各々の延在方向と互いの並設方向とが直交し、前記相対移動方向が、前記延在方向に沿っていることを特徴とする請求項1に記載の表面処理装置。
- [4] 前記孔列が、前記相対移動方向に対し斜めにそれぞれ延在していることを特徴とする請求項1に記載の表面処理装置。
- [5] 前記孔列が、前記相対移動方向に対し斜めにそれぞれ延在するとともに、前記相対移動方向と直交する方向に互いに並設されていることを特徴とする請求項1に記載の表面処理装置。
- [6] 前記孔列が、前記相対移動方向に対し斜めにそれぞれ延在するとともに、この延在方向と直交する方向に互いに並設されていることを特徴とする請求項1に記載の表面処理装置。
- [7] 前記孔列のうち1の孔列の延在方向の一端部と、所定の整数個隣りの孔列の延在方向の他端部とが、前記相対移動方向に沿う同一直線上に位置していることを特徴とする請求項4に記載の表面処理装置。
- [8] 前記ピッチが、前記孔列と被処理物との間の距離を有効範囲の上限近傍としたときの有効処理幅と略等しくなるように設定されていることを特徴とする請求項1に記載の表面処理装置。
- [9] 前記処理部を被処理物に対し前記相対移動方向と交差する方向に相対揺動させる揺動機構を更に備えたことを特徴とする請求項1に記載の表面処理装置。
- [10] 前記処理部が、前記孔列群を前記延在方向に複数段有し、隣り合う孔列群の孔列どうしが、前記並設方向にずれていることを特徴とする請求項1に記載の表面処理装

置。

- [11] 前記ずれの大きさが、前記ピッチの n 分の1 (n は、前記孔列群の段数)であることを特徴とする請求項10に記載の表面処理装置。
- [12] 前記処理部が、前記孔列群を前記延在方向に複数段有しており、
隣り合う孔列群の一方に対応する第1揺動機構と、他方に対応する第2揺動機構を更に備え、これら第1、第2揺動機構が、それぞれ対応孔列群を互いに同一方向、かつ被処理物に対し前記相対移動方向と交差する方向に相対揺動させ、しかも第1揺動機構の揺動位相と第2揺動機構の揺動位相が、互いにずれていることを特徴とする請求項1に記載の表面処理装置。
- [13] 前記処理部が、等ピッチで並設された複数の電極部材を有し、隣接する電極部材どうし間に前記孔列としてスリット状の隙間が形成され、前記複数の電極部材による隙間によって前記孔列群が構成されており、
各隙間に被処理物をプラズマ処理するための処理ガスが通されることを特徴とする請求項1に記載の表面処理装置。
- [14] 前記処理部が、前記並設方向に分離可能に連結された複数の電極モジュールを有し、
各電極モジュールが、等ピッチで並設された複数の電極部材を含み、前記孔列群の一部を構成していることを特徴とする請求項13に記載の表面処理装置。
- [15] 隣り合う2つの電極モジュールにおいて、互いの対向端に配置された電極部材どうしが、重ね合わされ、1の合体電極部材を構成し、
この合体電極部材が、前記隣り合う2つの電極モジュールの他の各電極部材と等厚であることを特徴とする請求項14に記載の表面処理装置。
- [16] 前記処理部が、処理ガスを均一化する整流路を有し、この整流路に複数の孔列が分岐するようにして連なっていることを特徴とする請求項1に記載の表面処理装置。
- [17] 前記処理部が、前記並設方向に分離可能に連結された複数のモジュールユニットを有し、各モジュールユニットが、前記電極モジュールと、この電極モジュールに接続された整流モジュールを備え、この整流モジュールが、処理ガスを均一化する整流路を有し、この整流路に同じモジュールユニットの電極モジュールの孔列が分岐する

ようにして連なっていることを特徴とする請求項14に記載の表面処理装置。

- [18] 互いに等ピッチで並設された複数の孔列を有する処理部を、被処理物に対し前記並設方向と交差する方向に相対移動させながら、処理ガスを各孔列から吹出して被処理物の表面に吹付け、該表面の処理を行うことを特徴とする表面処理方法。
- [19] 被処理物を、前記孔列の延在方向に沿って相対移動させながら、前記処理ガスの吹出しを行なうことを特徴とする請求項18に記載の表面処理方法。
- [20] 被処理物を、前記孔列の延在方向に対し斜めに相対移動させながら、前記処理ガスの吹出しを行なうことを特徴とする請求項18に記載の表面処理方法。
- [21] 前記ピッチを、前記孔列と被処理物との間の距離を有効範囲の上限近傍としたときの有効処理幅と略等しくなるように設定しておき、前記距離が前記有効範囲の上限近傍になるようにして処理を行なうことを特徴とする請求項18に記載の表面処理方法。
- [22] 前記処理部が、前記等ピッチをなす孔列からなる孔列群を前記延在方向に複数段配置することにより構成され、しかも隣り合う段の孔列群どうしが前記並設方向にずれており、
前記相対移動を、前記複数段の孔列群について一体に行うことを特徴とする請求項18に記載の表面処理方法。
- [23] 前記処理部を、被処理物に対し前記相対移動方向と交差する方向に更に相対揺動させながら、前記処理ガスの吹出しを行うことを特徴とする請求項18に記載の表面処理方法。
- [24] 前記揺動の振幅を、前記ピッチの2分の1又は2分の1強とすることを特徴とする請求項23に記載の表面処理方法。
- [25] 前記揺動の周期を、被処理物が孔列の長さ分の距離だけ相対移動する時間の整数分の1に設定することを特徴とする請求項23に記載の表面処理方法。
- [26] 前記処理部が、前記等ピッチをなす孔列からなる孔列群を前記延在方向に複数段配置することにより構成されており、
前記相対移動と併行して、隣り合う段の孔列群どうしを、被処理物に対し前記相対移動方向と交差する方向に、位相を互いにずらして相対揺動させることを特徴とする

請求項18に記載の表面処理方法。

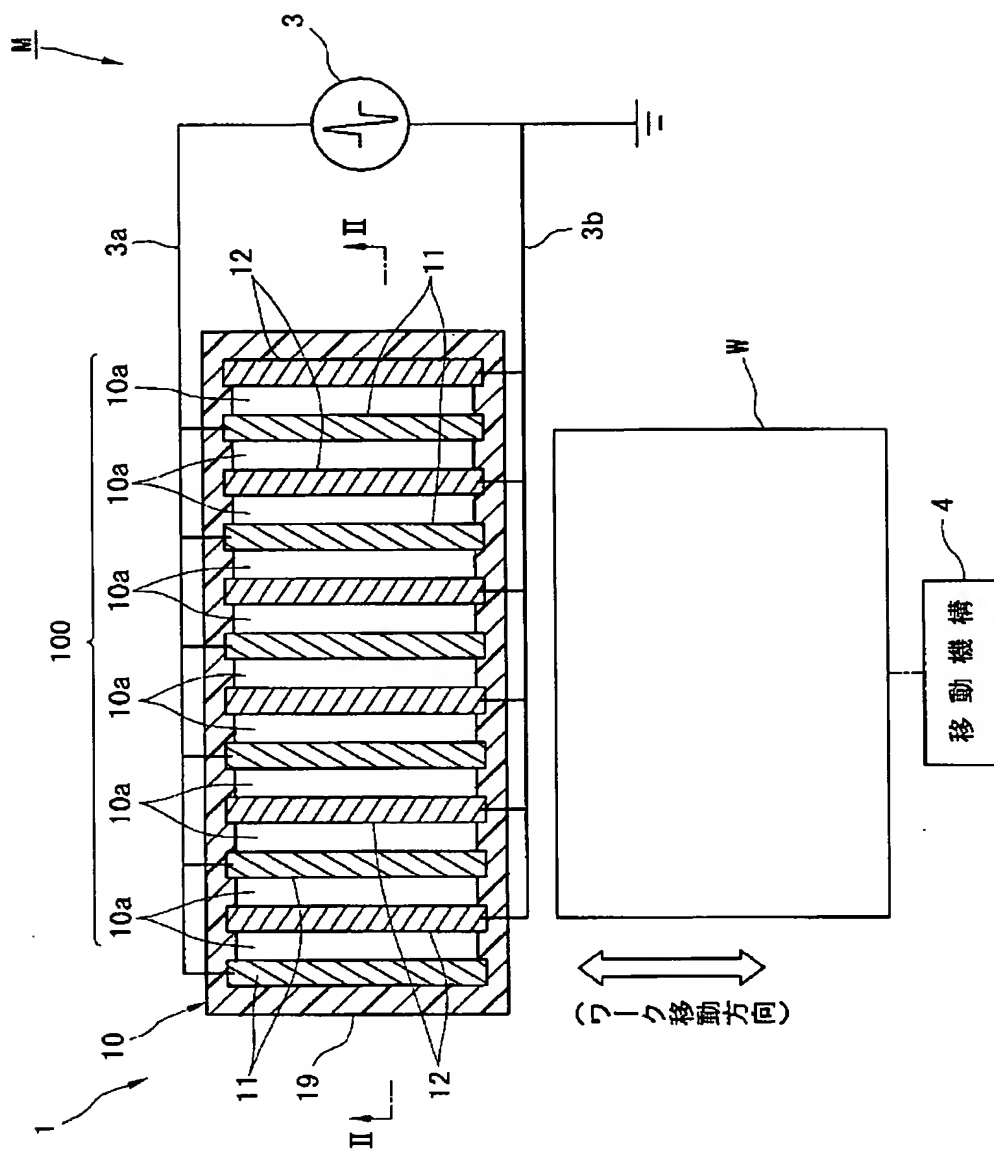
- [27] 処理ガスをプラズマ化空間に通して吹出し、前記プラズマ化空間の外部に配置した被処理物に当て、被処理物をプラズマ処理する装置であって、
一方向に並設された第1電極モジュールと第2電極モジュールを備え、
これら第1、第2電極モジュールの各々が、これら電極モジュールどうしの並設方向と同方向に並設された複数の電極部材と、これら電極部材を連結して支持する支持部を含み、
隣り合う電極部材の間に前記プラズマ化空間となる間隙が形成されており、
第1電極モジュールの電極部材のうち第2電極モジュール側の端に配置された第1端電極部材と、第2電極モジュールの電極部材のうち第1電極モジュール側の端に配置された第2端電極部材とが合わさることによって、1の合体電極部材が構成され、
前記第1電極モジュールの第1端電極部材以外の電極部材と、前記合体電極部材と、前記第2電極モジュールの第2端電極部材以外の電極部材が、互いに等ピッチをなしていることを特徴とするプラズマ処理装置。
- [28] 前記第1端電極部材と第2端電極部材ひいては前記合体電極部材が、接地電極であることを特徴とする請求項27に記載のプラズマ処理装置。
- [29] 前記第1電極モジュールにおいて、前記第1端電極部材が、第2電極モジュール側に突出する第1厚肉部と、これより薄肉で第2電極モジュールとは逆側に引っ込む第1薄肉部とを一体に有し、
前記第2電極モジュールにおいて、前記第2端電極部材が、第1電極モジュールとは逆側に引っ込む第2薄肉部と、これより厚肉で第1電極モジュール側に突出する第2厚肉部とを一体に有し、
前記合体電極部材において、前記第1厚肉部と第2薄肉部が互いに重ね合わされ、前記第1薄肉部と第2厚肉部が互いに重ね合わされていることを特徴とする請求項27に記載のプラズマ処理装置。
- [30] 前記第1厚肉部の内部に前記第1端電極部材を温調するための流体を通す温調路が形成されていることを特徴とする請求項29に記載のプラズマ処理装置。
- [31] 前記合体電極部材が、前記並設方向と交差する幅方向に沿って複数の部分電極

部材に分割され、これら部分電極部材の隣り合うものどうしのうち一方が、前記第1電極モジュールの支持部に支持されて前記第1端電極部材を構成し、他方が、前記第2電極モジュールの支持部に支持されて前記第2端電極部材を構成していることを特徴とする請求項27に記載のプラズマ処理装置。

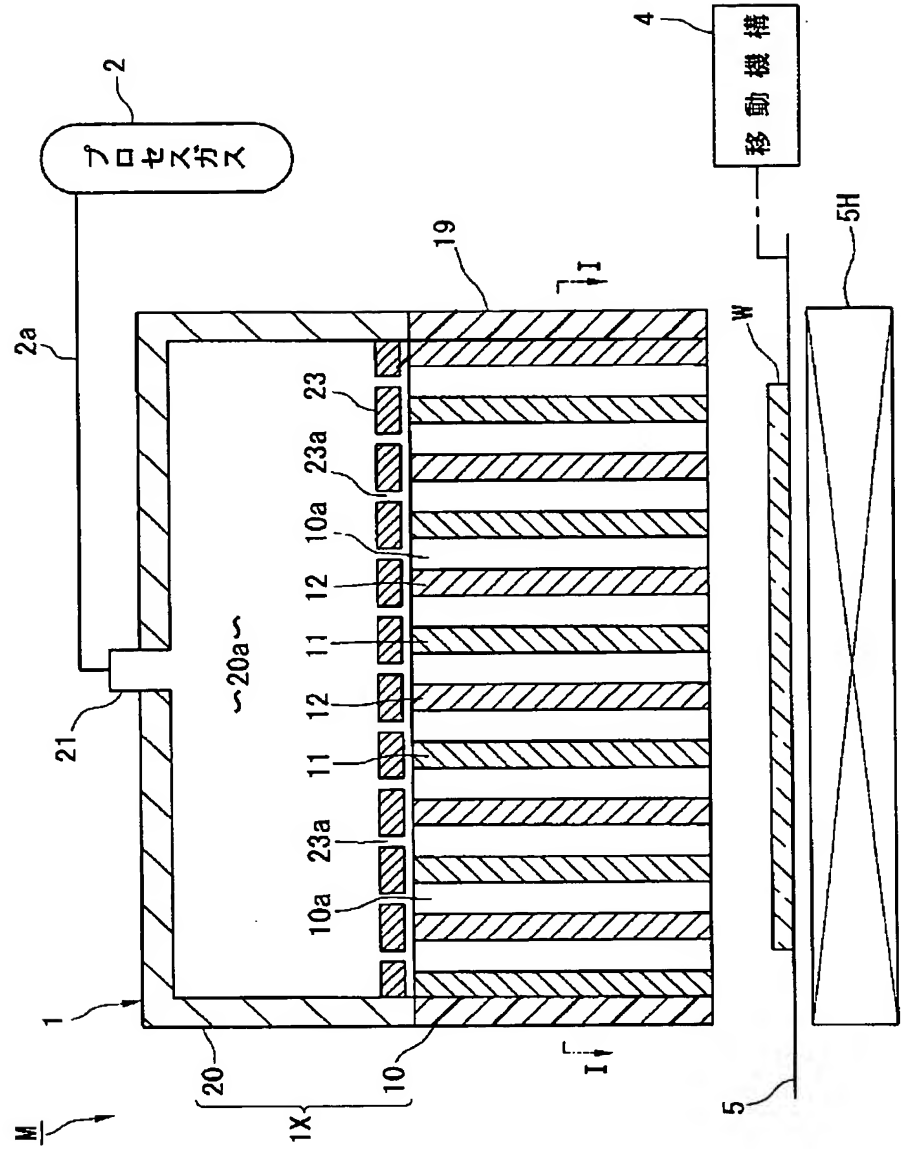
[32] 前記部分電極部材の内部に温調用の流体を通す温調路が形成されていることを特徴とする請求項31に記載のプラズマ処理装置。

[33] 前記第1、第2電極モジュールの各電極部材が、前記並設方向と交差する板状をなしており、前記第1電極モジュールの第1端電極部材以外の板状をなす各電極部材と、板状をなす前記合体電極部材と、前記第2電極モジュールの第2端電極部材以外の板状をなす各電極部材が、互いに等厚であることを特徴とする請求項27に記載のプラズマ処理装置。

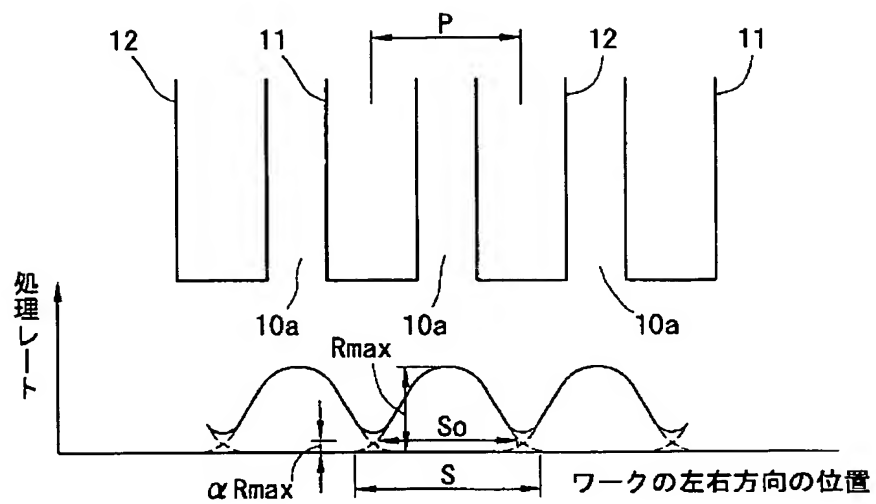
[図1]



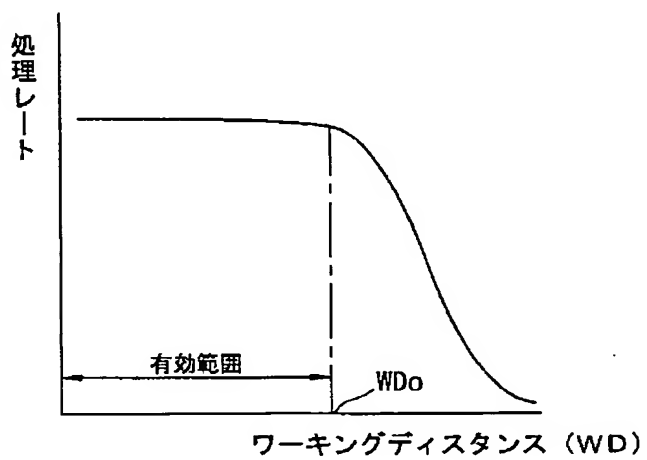
[図2]



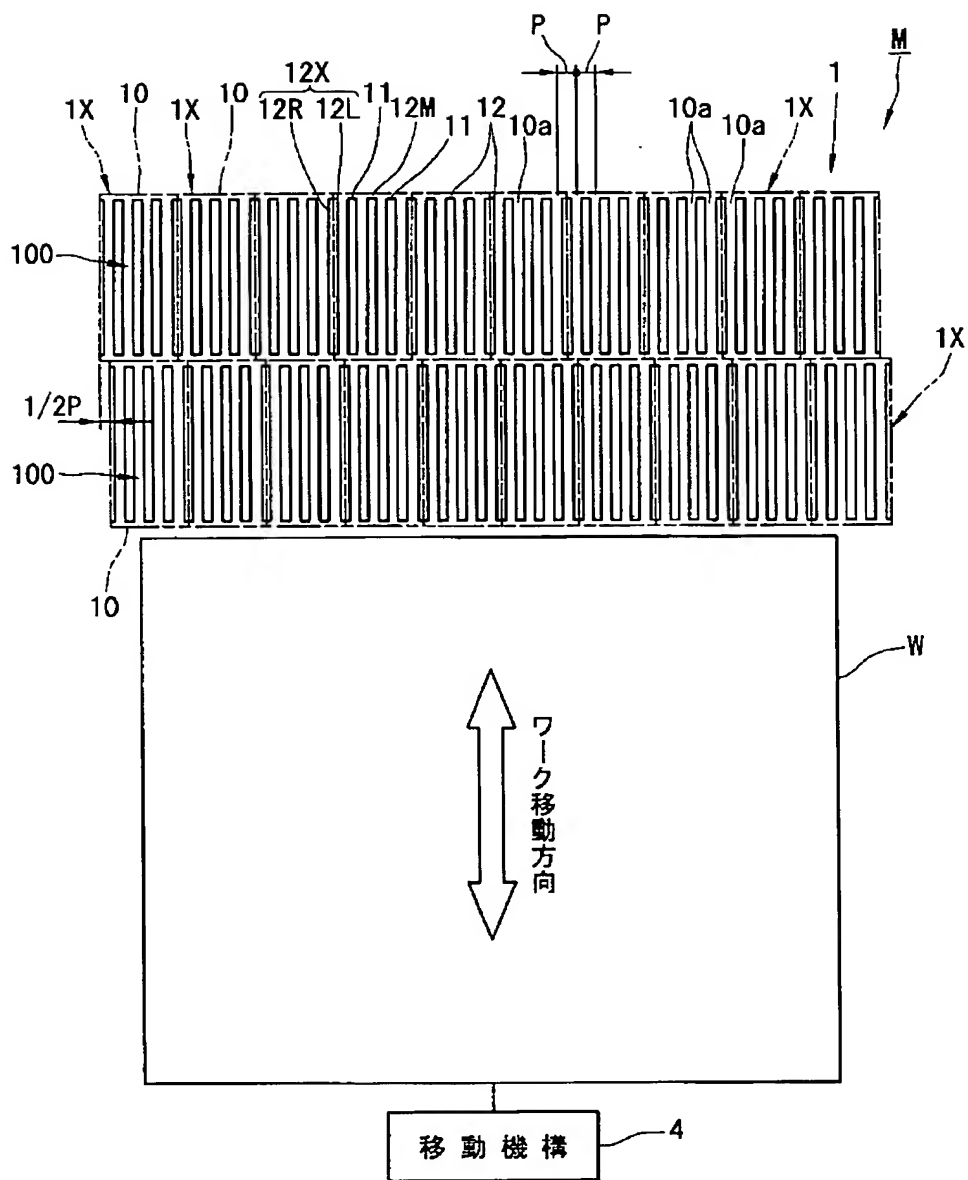
[図3]



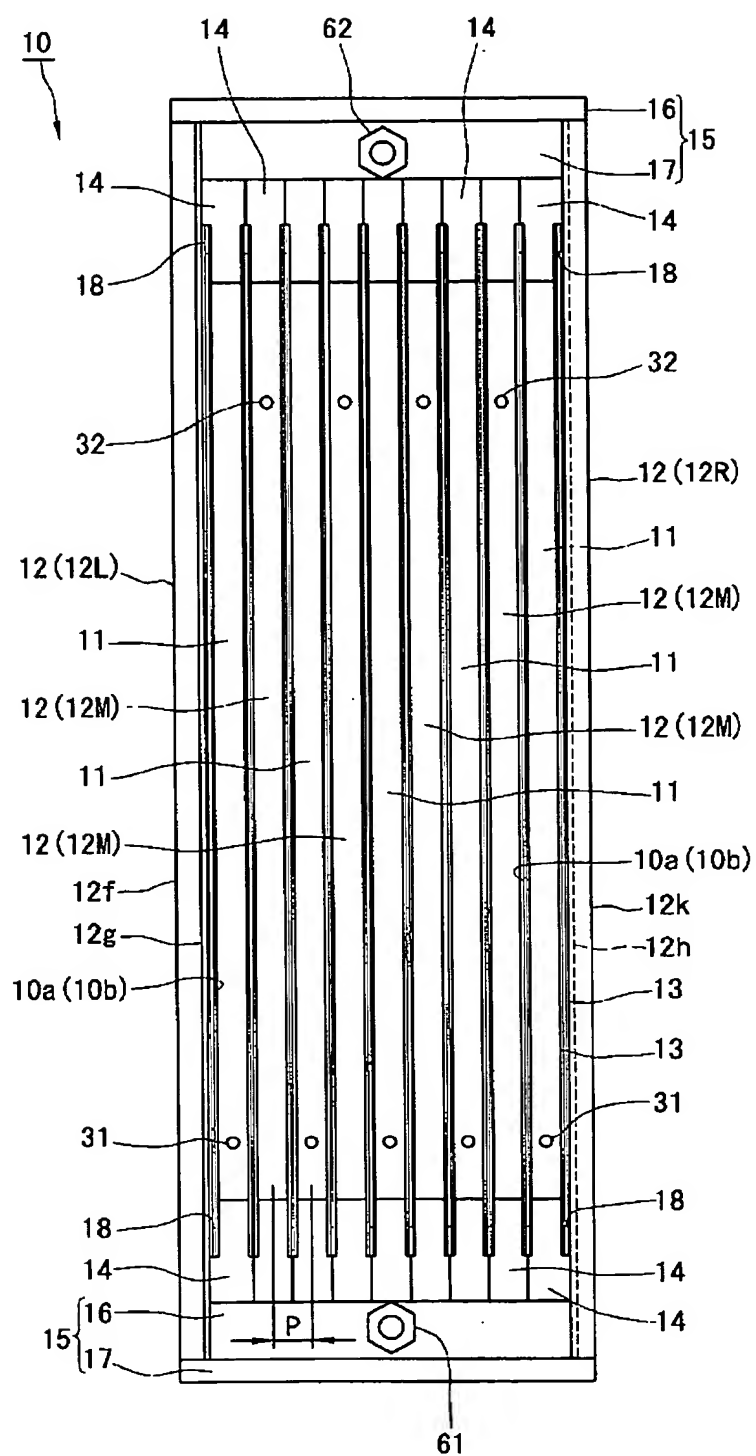
[図4]



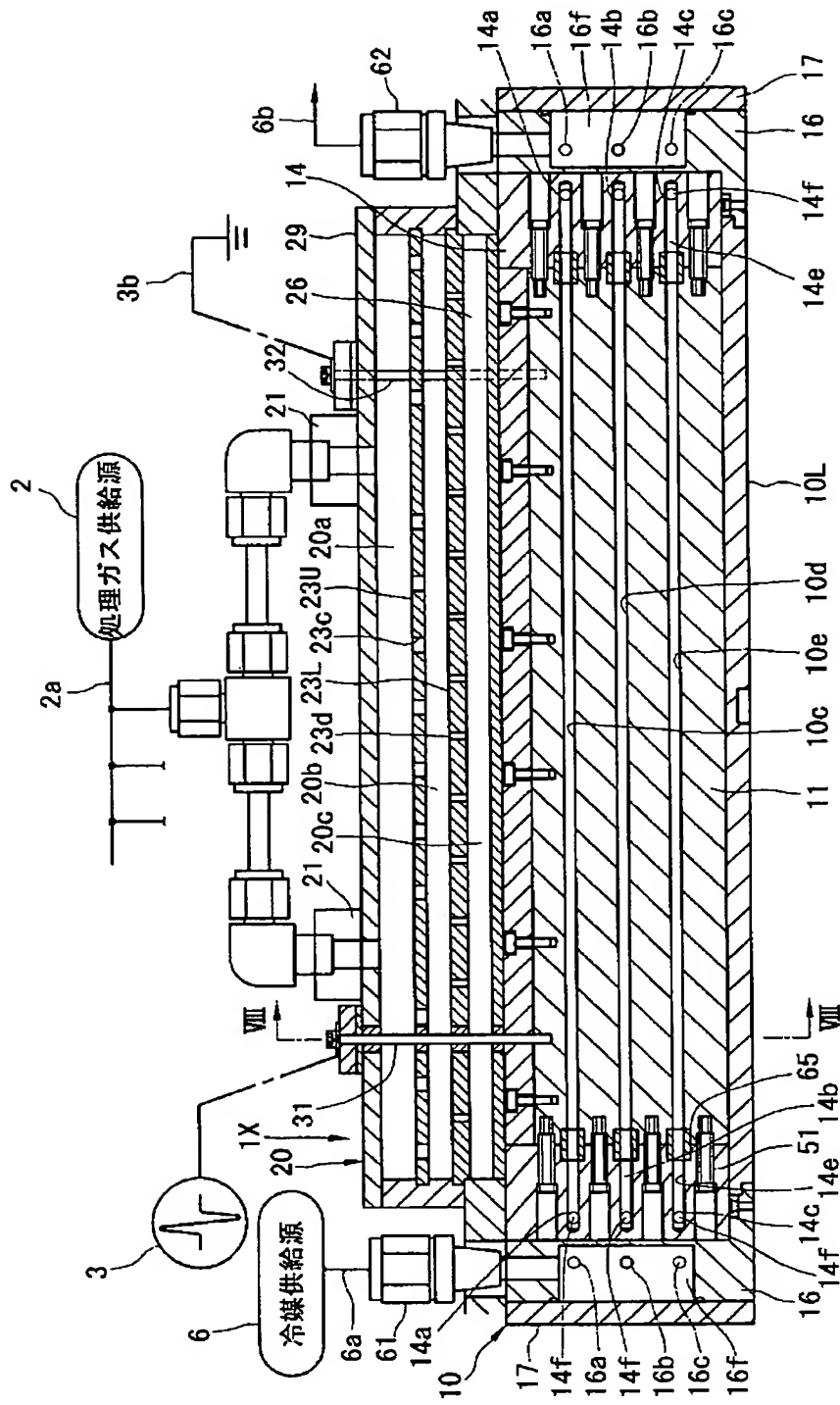
[図5]



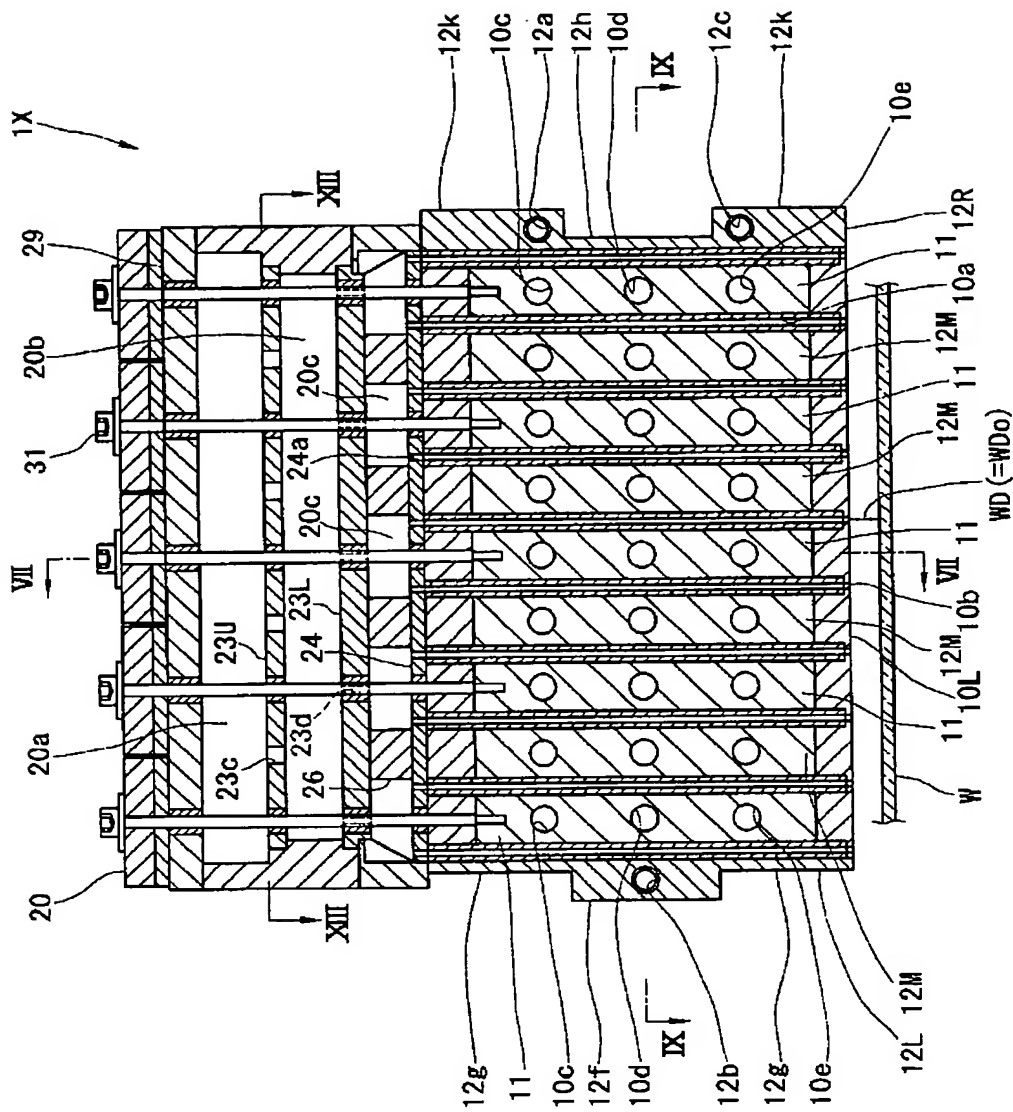
[図6]



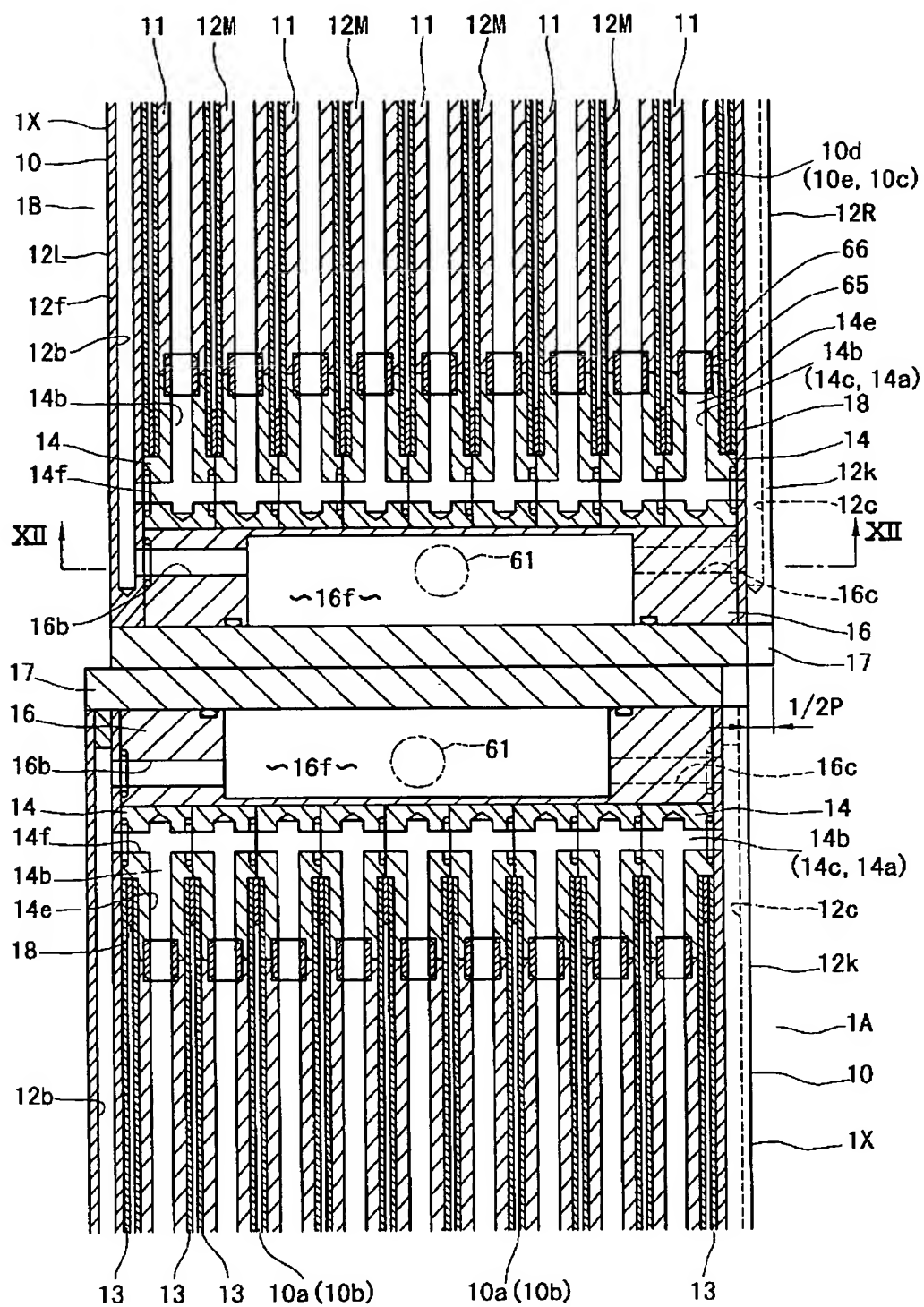
[図7]



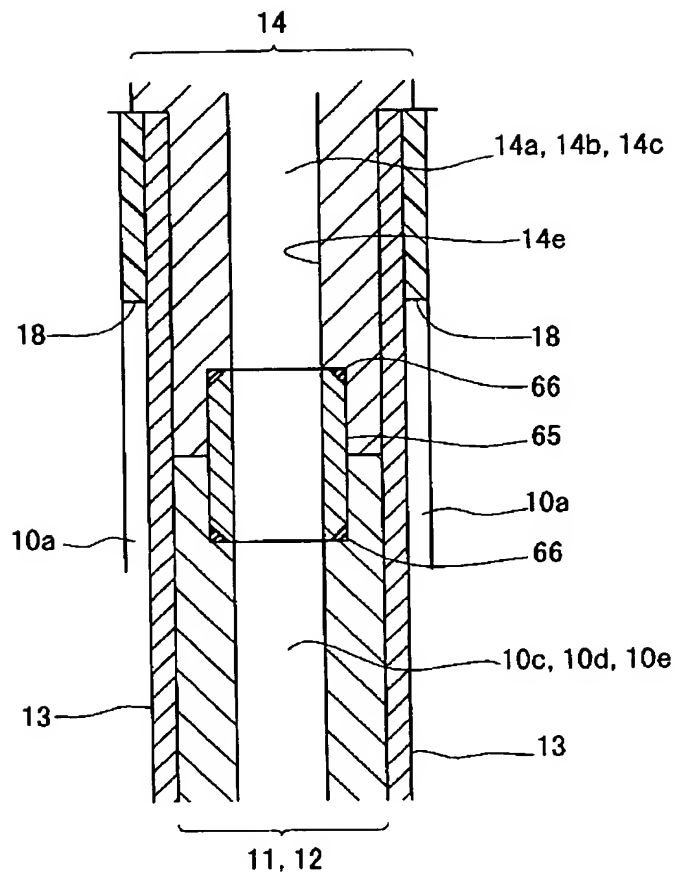
[図8]



[图9]

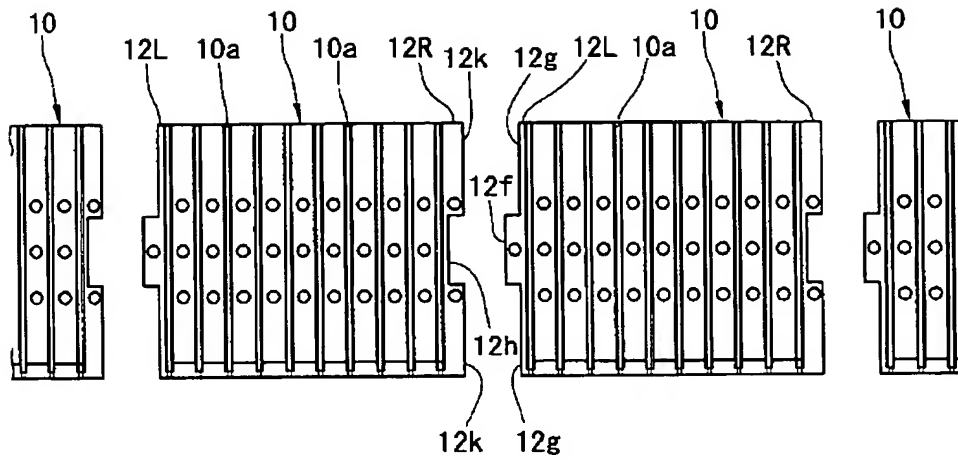


[図10]

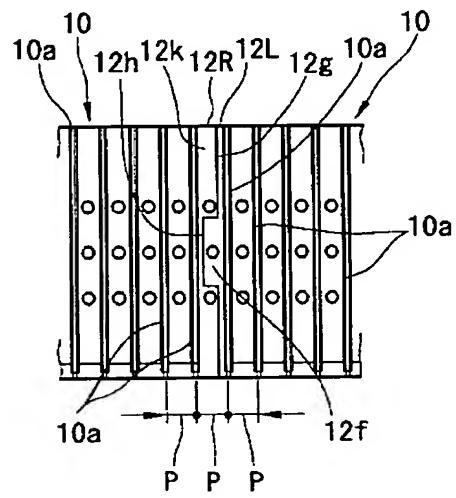


[図11]

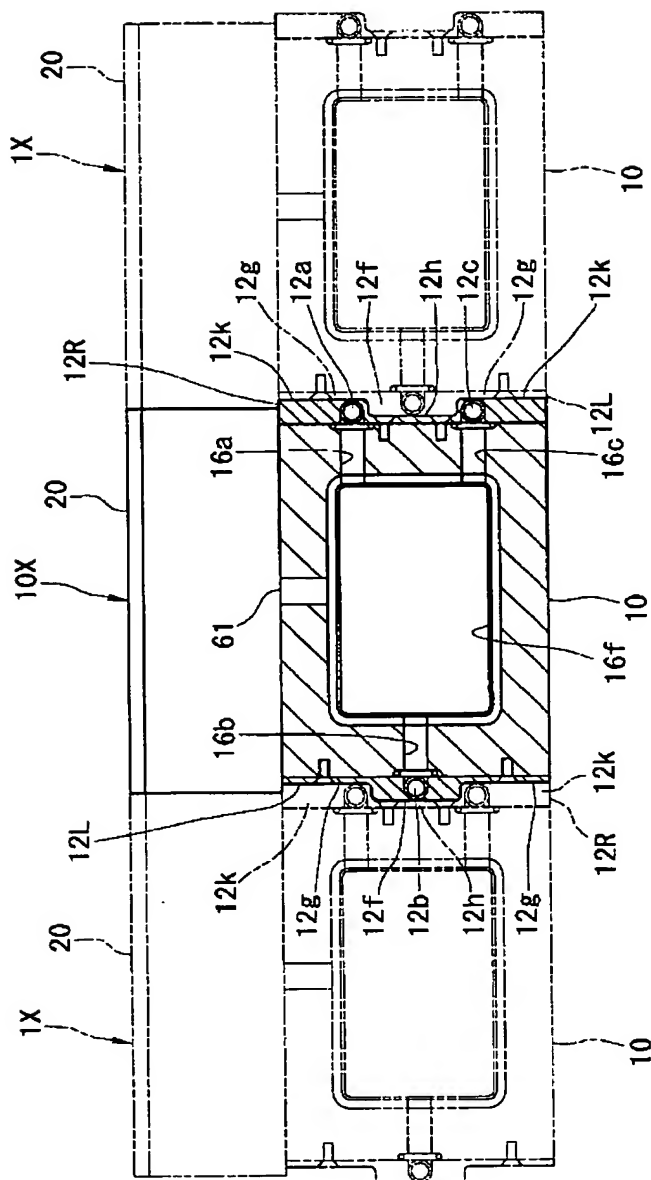
(a)



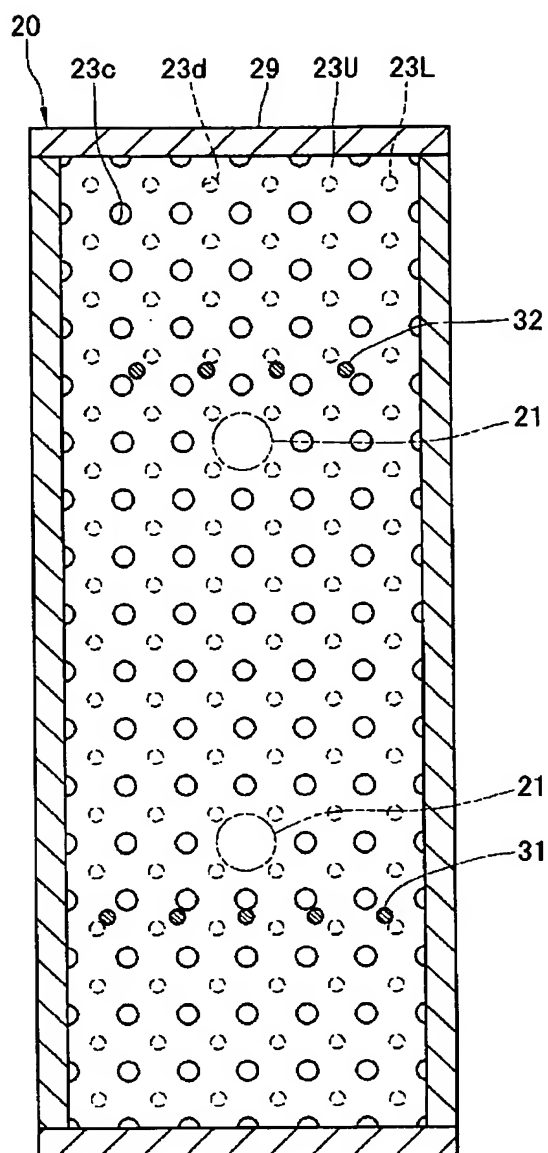
(b)



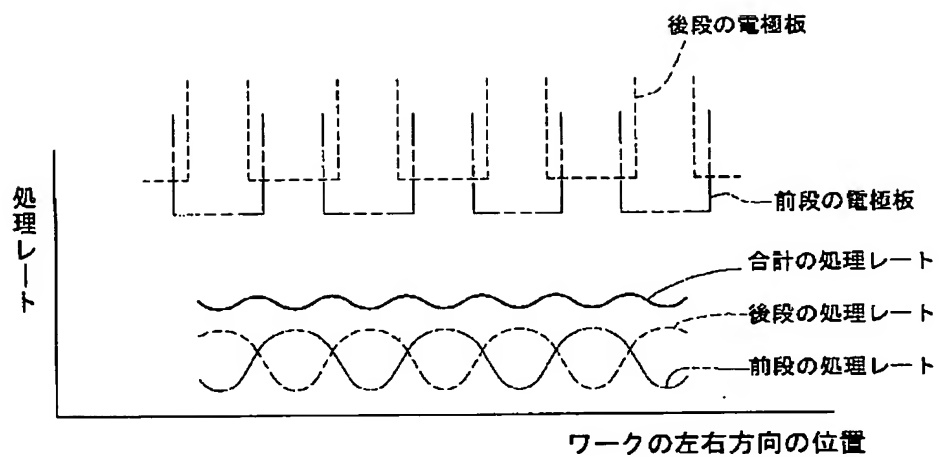
[図12]



[図13]

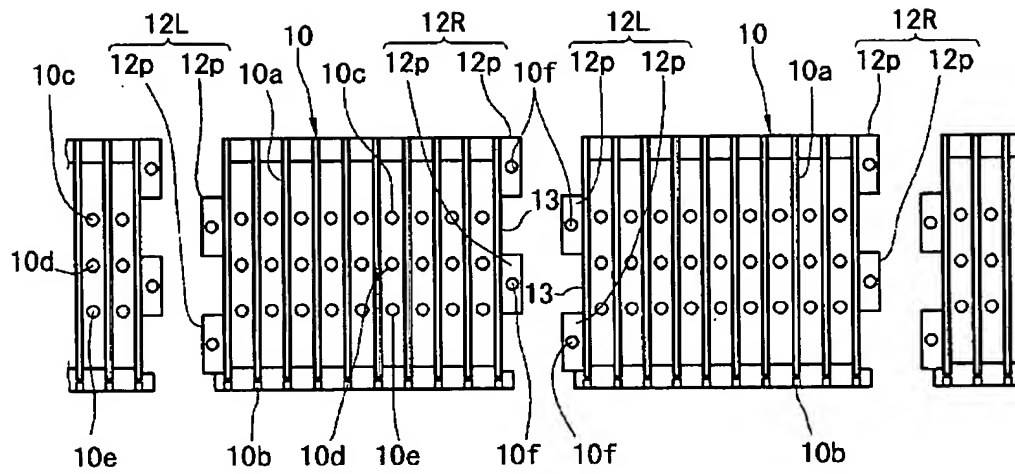


[図14]

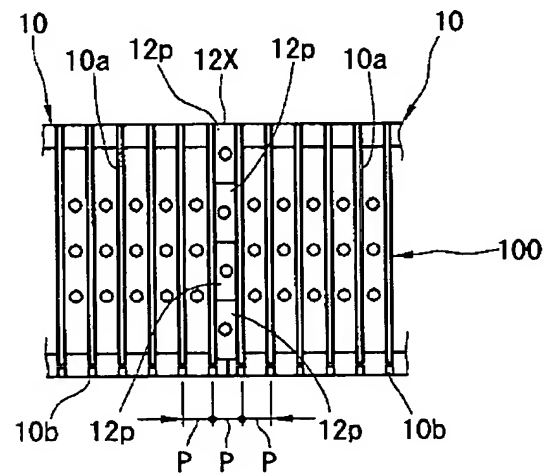


[図15]

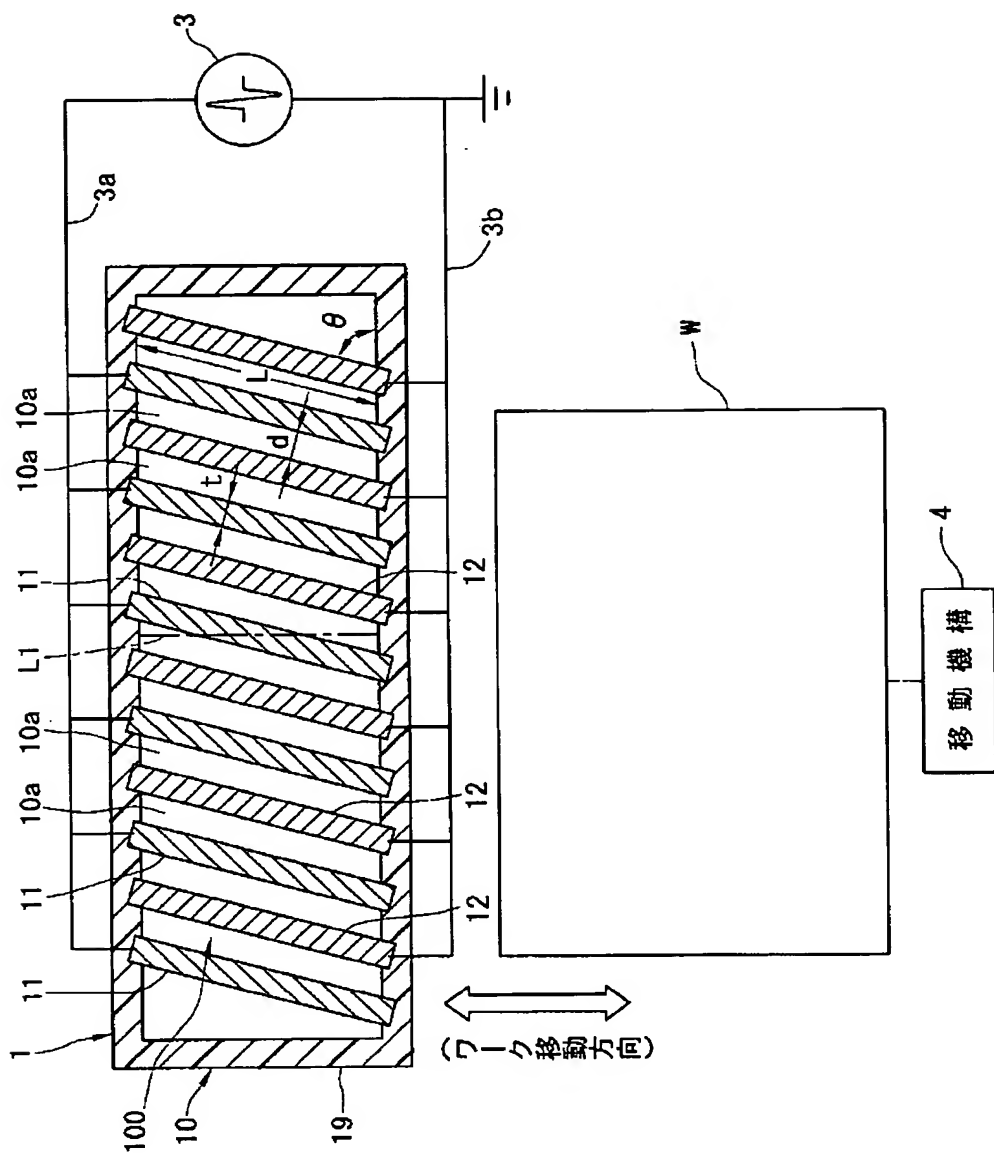
(a)



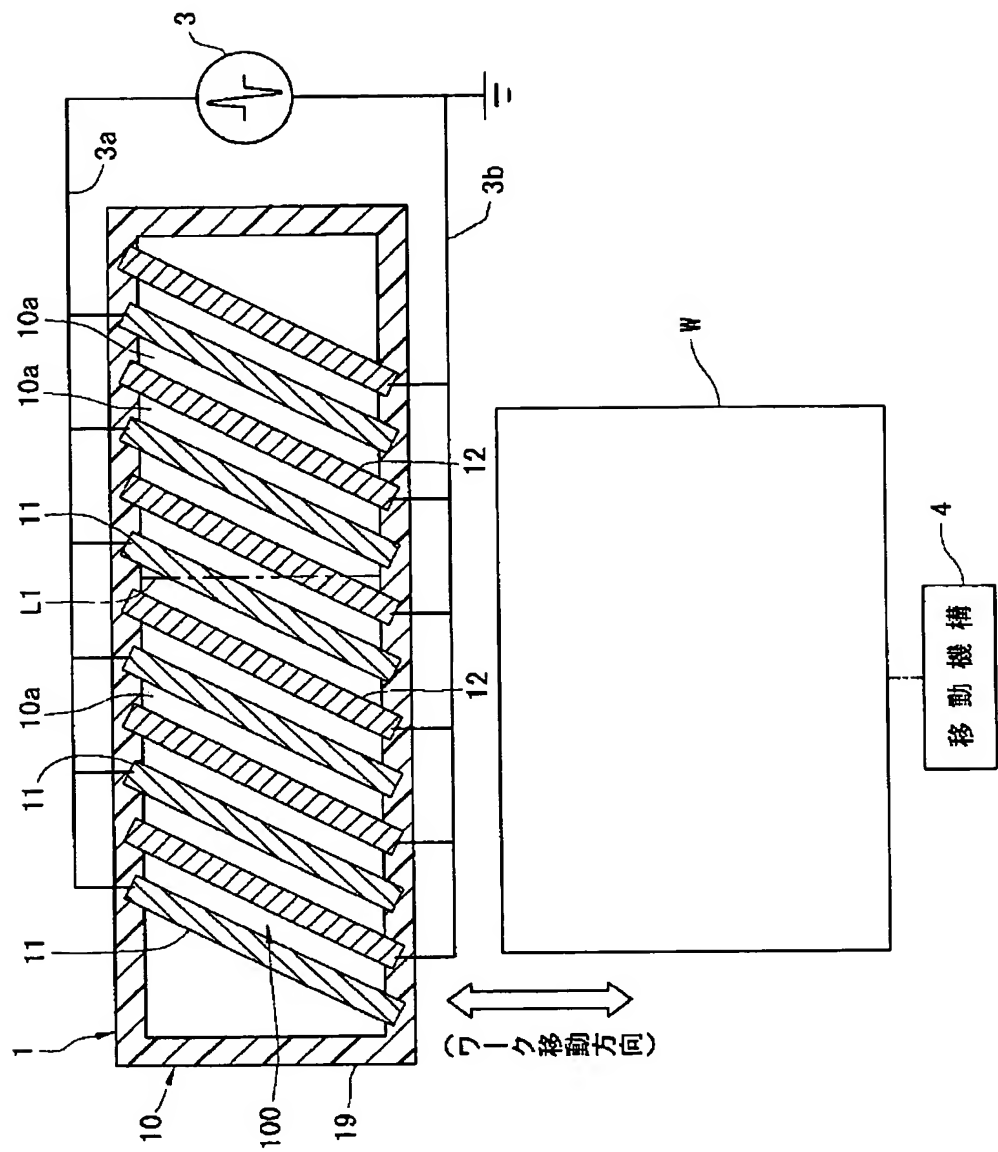
(b)



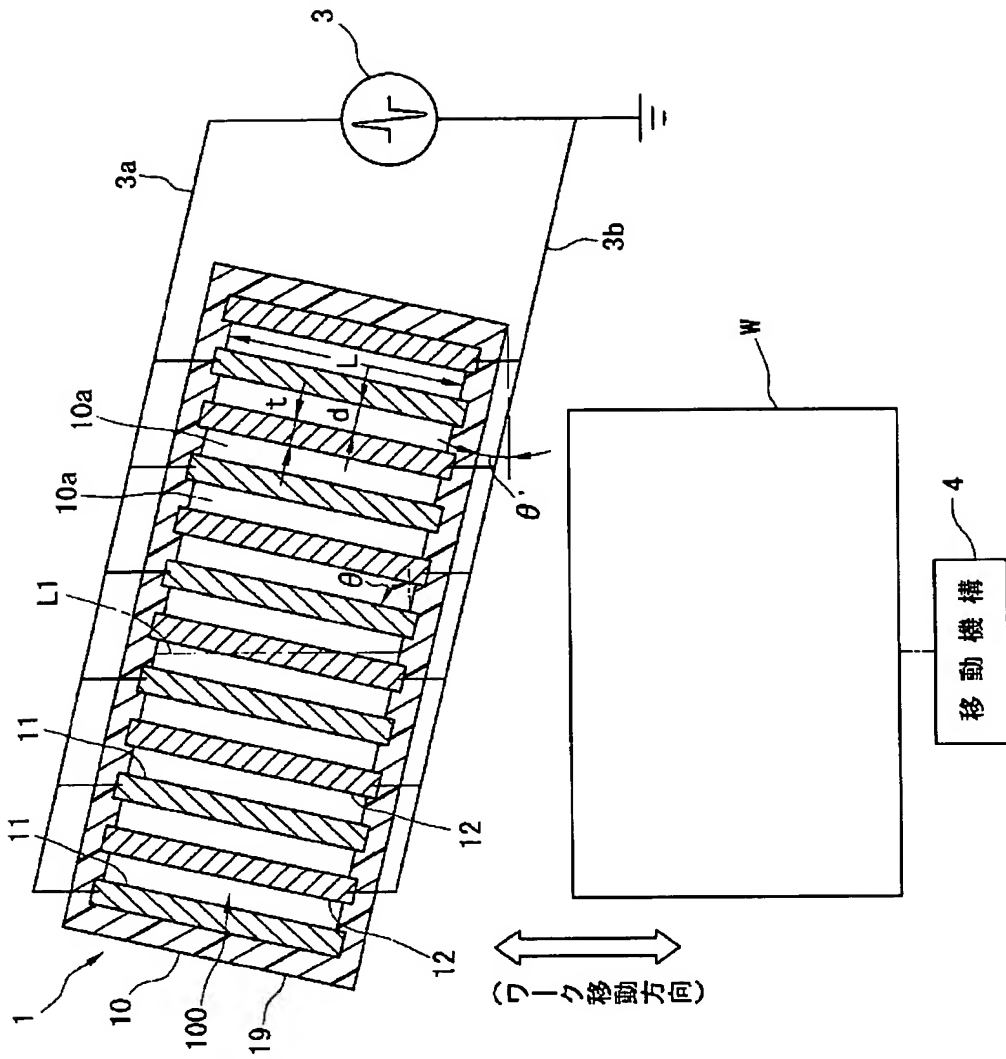
[図16]



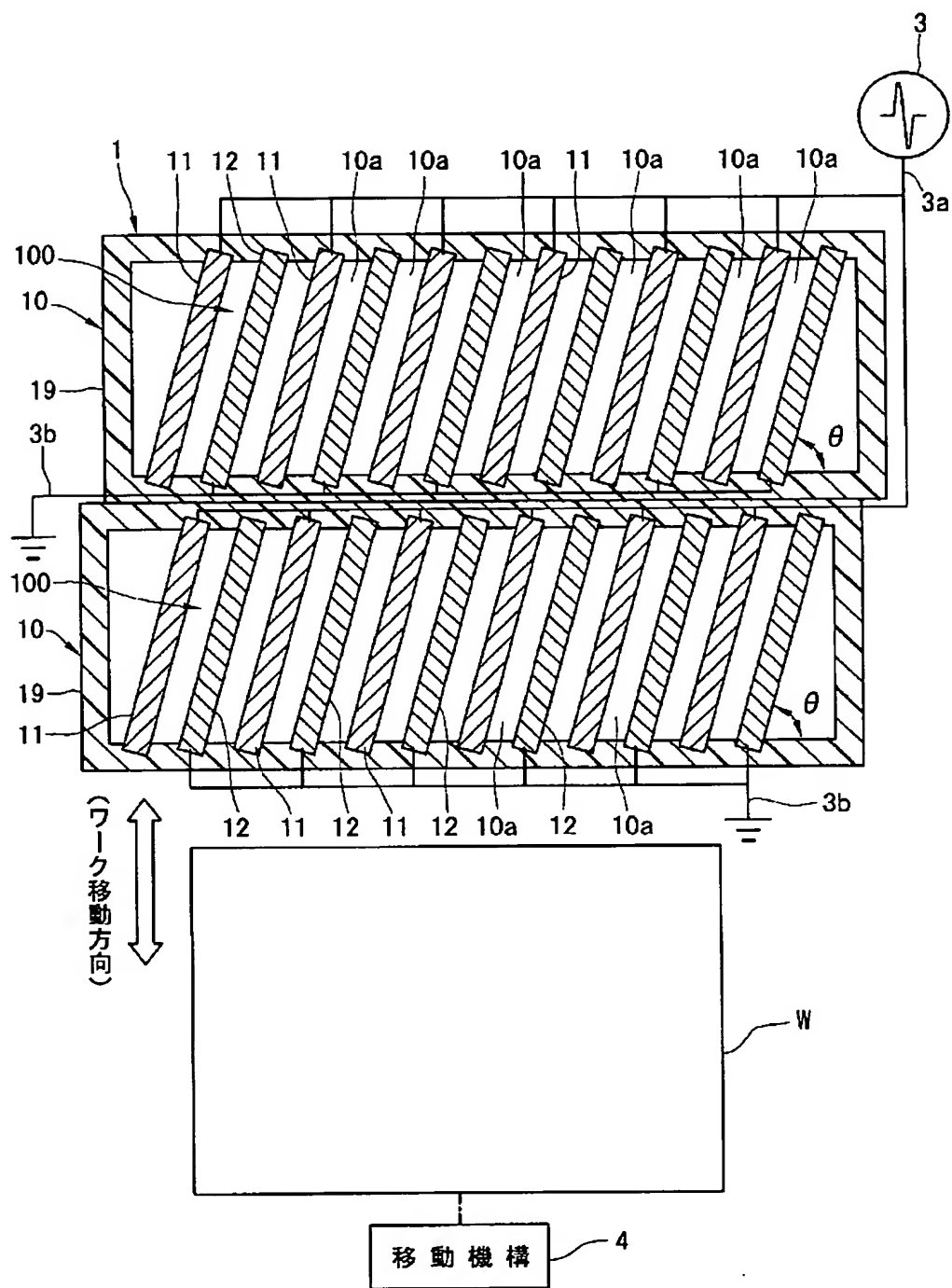
[図17]



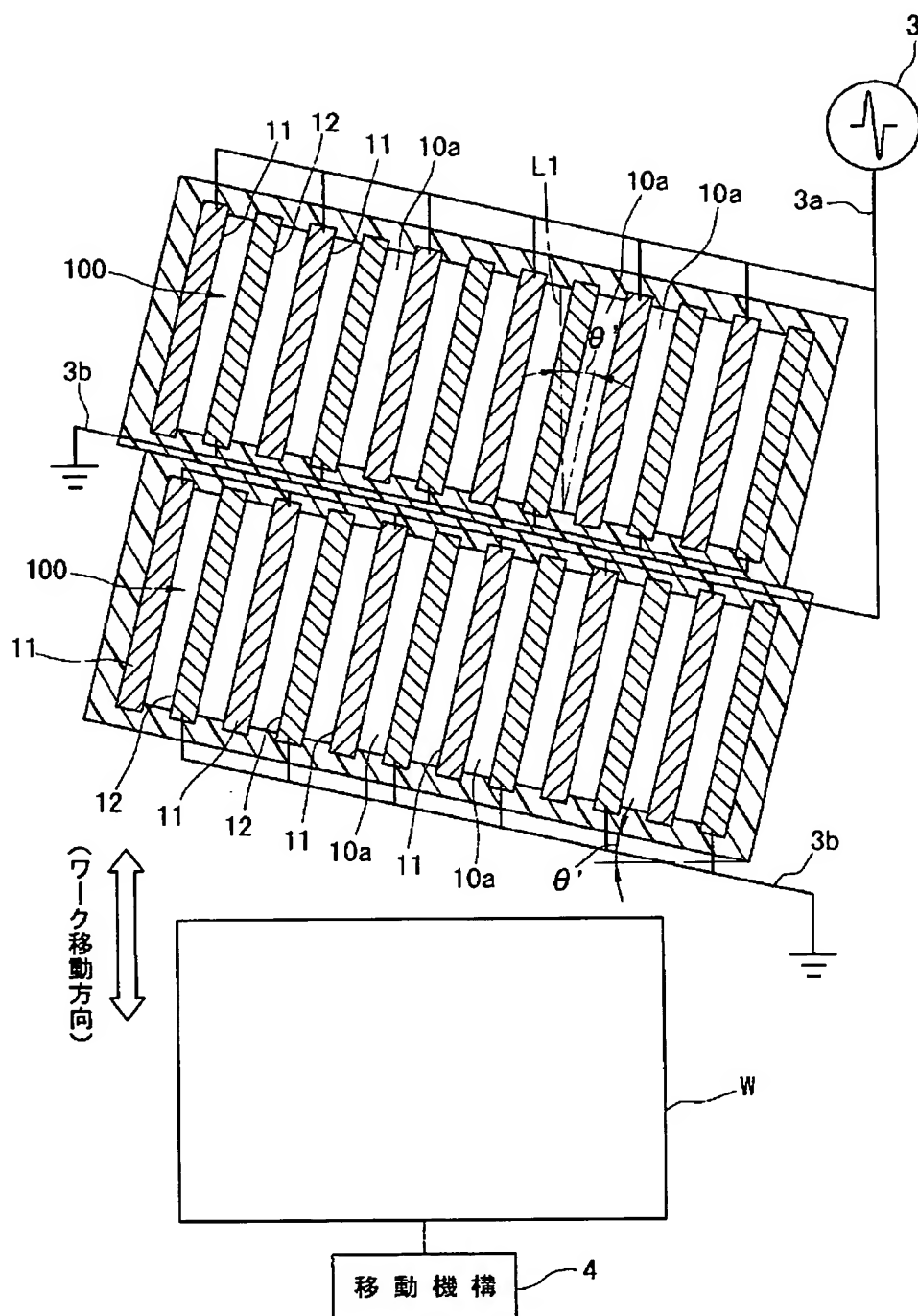
[図18]



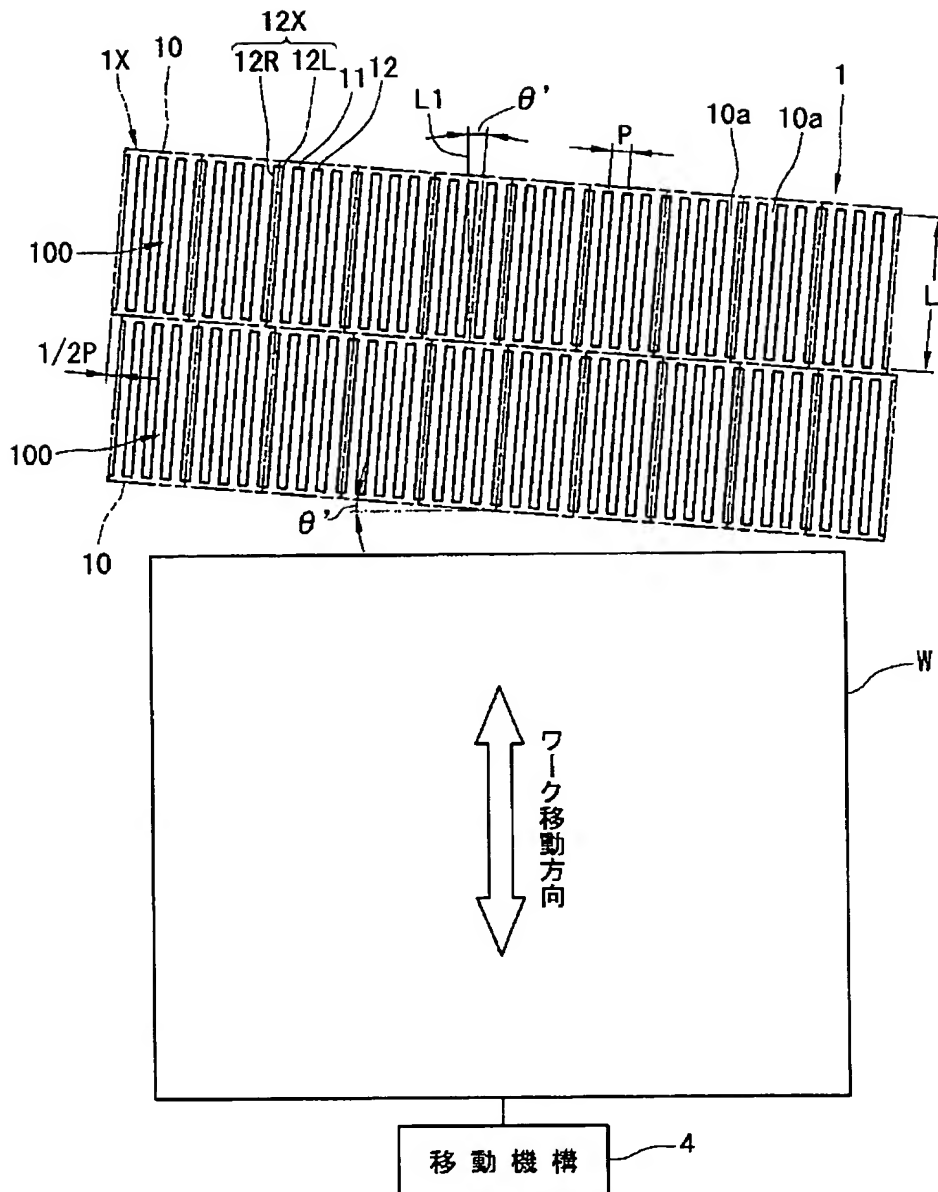
[図19]



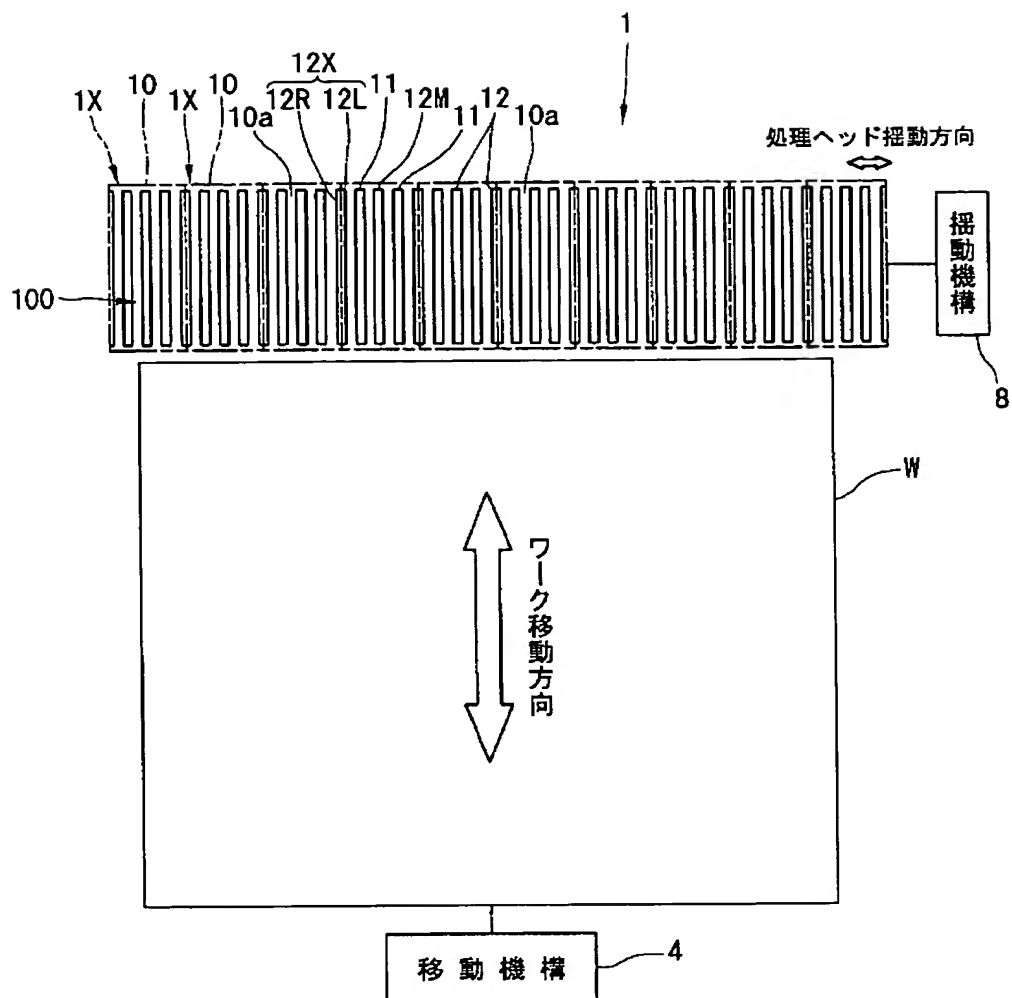
[図20]



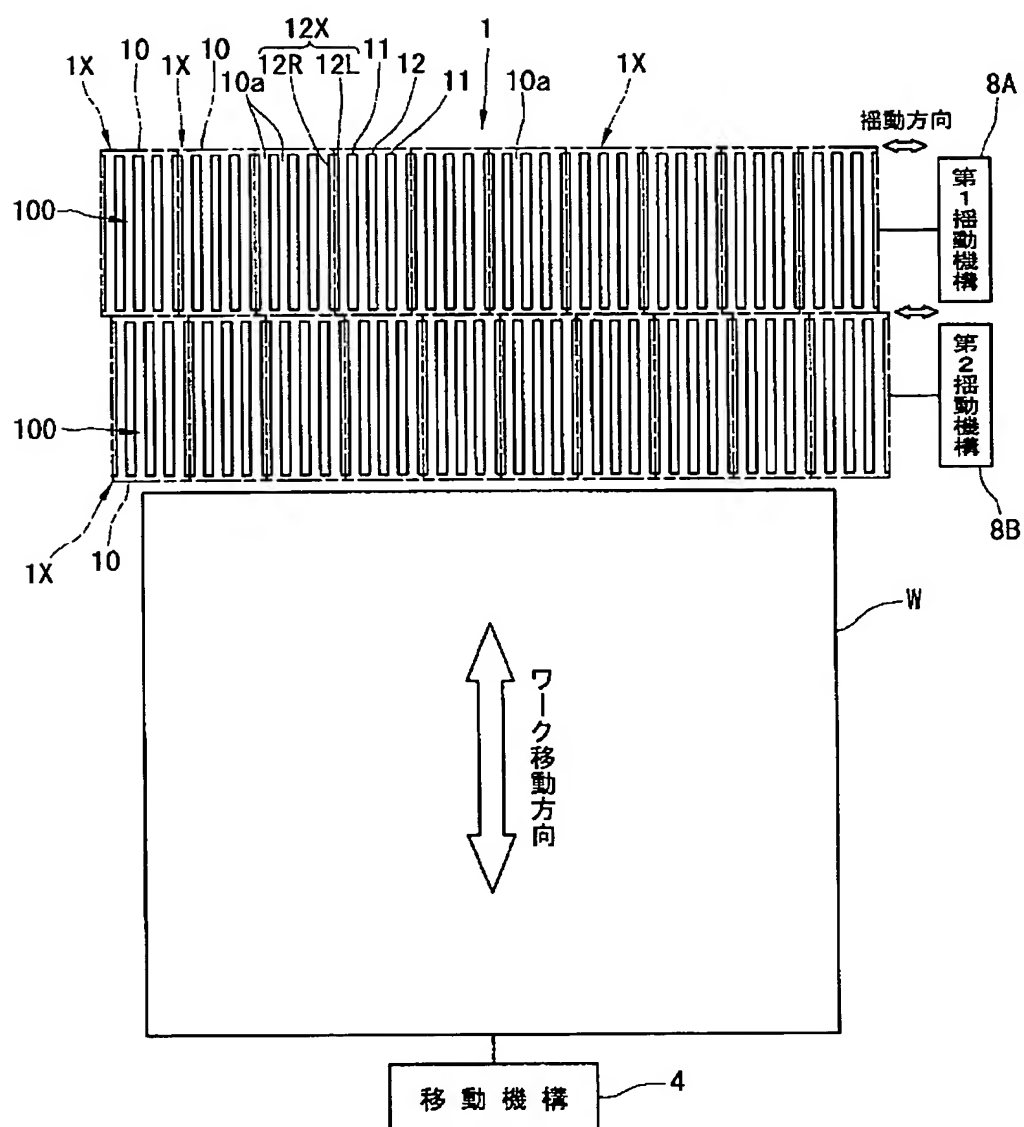
[図21]



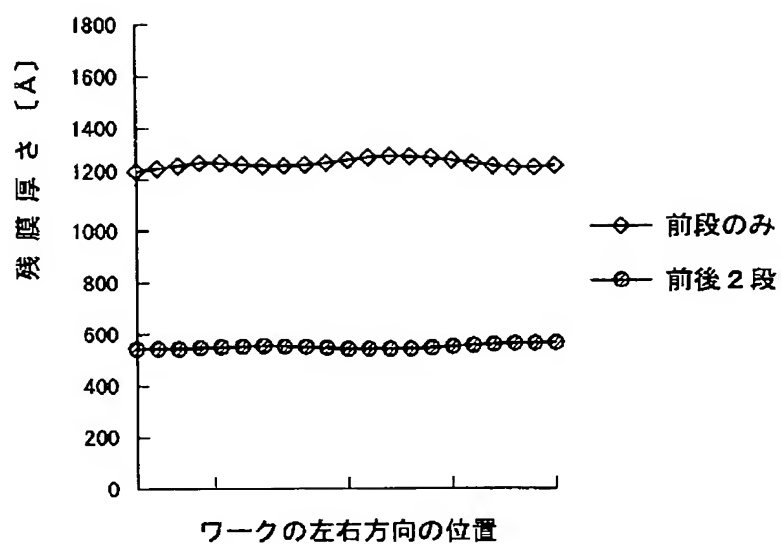
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008899

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/205, H01L21/31, C23C16/455, H05H1/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/205, H01L21/31, C23C16/455, H05H1/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|---|
| Y | JP 2002-155371 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 31 May, 2002 (31.05.02), Par. Nos. [0063] to [0069] | 1-3, 8, 9, 16, 18, 19, 21, 23-25 |
| <u>A</u> | (Family: none) | <u>4-7, 10-15,</u> <u>17, 20, 22, 26</u> |
| Y | JP 10-226886 A (Ebara Corp.), 25 August, 1998 (25.08.98), Par. Nos. [0014] to [0019] | 1-3, 8, 9, 16, 18, 19, 21, 23-25 |
| <u>A</u> | & EP 853138 A1 & US 6132512 A & KR 98070372 A | <u>4-7, 10-15,</u> <u>17, 20, 22, 26</u> |
| A | JP 2002-94221 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 29 March, 2002 (29.03.02), Par. No. [0037] (Family: none) | 1-26 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 September, 2004 (22.09.04)Date of mailing of the international search report
12 October, 2004 (12.10.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008899

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2003-92292 A (Sumitomo Precision Products Co., Ltd.), 28 March, 2003 (28.03.03), Claims 1, 8; Par. Nos. [0037] to [0052] (Family: none) | 1-26 |
| Y A | JP 2000-109979 A (Tokujiro OKUI), 18 April, 2000 (18.04.00), Par. Nos. [0009] to [0012]; Figs. 1, 2(a) to (e), 3, 4 (Family: none) | 27,28 29-33 |
| Y A | JP 2001-274101 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 05 October, 2001 (05.10.01), Par. No. [0037] (Family: none) | 27,28 29-33 |
| P,Y | JP 2003-188104 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 04 July, 2003 (04.07.03), Par. No. [0064] (Family: none) | 27,28 |
| A | JP 8-222548 A (Hitachi, Ltd.), 30 August, 1996 (30.08.96), Par. Nos. [0021], [0022], [0026]; Figs. 7, 8, 12 (Family: none) | 27-33 |
| P,A | JP 2003-249492 A (Konica Corp.), 05 September, 2003 (05.09.03), Par. Nos. [0031] to [0039]; Fig. 1 (Family: none) | 27-33 |
| | | |
| | | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008899

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

As shown in extra sheet, this international application is divided into two groups of inventions.

(Continued to extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The inventions of claims 1-26 relate to a surface treatment device "including: a group of holes extending in one direction and arranged at an identical pitch in the direction intersecting the extension direction; a processing section for blowing a treatment gas through the holes; and a moving mechanism for relatively moving the processing section with respect to a work to be treated in the direction intersecting the hole arrangement direction".

The inventions of claims 27-33 relate to a plasma treatment device characterized by the configuration of a plasma generation section as follows. "The device includes a first electrode module and a second electrode module arranged in one direction. Each of the first electrode module and the second electrode module includes: a plurality of electrode members arranged in the same direction as the arrangement direction of the electrode modules; and a support member connecting and supporting the electrode members. Between adjacent electrode members, there is formed a void for forming a plasma space. Among the electrode members of the first electrode module, the first end electrode member arranged at the end of the second electrode module side is combined with the second electrode member arranged at the end of the first electrode module side among the electrode members of the second electrode module, thereby constituting a combined electrode member. The electrode members of the first electrode module excluding the first end electrode member and the electrode members of the second electrode module excluding the second end electrode member are arranged at an identical pitch."

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008899

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01L21/205, H01L21/31, C23C16/455, H05H1/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/205, H01L21/31, C23C16/455, H05H1/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|---|
| Y | JP 2002-155371 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 31 May, 2002 (31.05.02), Par. Nos. [0063] to [0069] | 1-3, 8, 9, 16, 18, 19, 21, 23-25 |
| <u>A</u> | (Family: none) | <u>4-7, 10-15,</u> <u>17, 20, 22, 26</u> |
| Y | JP 10-226886 A (Ebara Corp.), 25 August, 1998 (25.08.98), Par. Nos. [0014] to [0019] | 1-3, 8, 9, 16, 18, 19, 21, 23-25 |
| <u>A</u> | & EP 853138 A1 & US 6132512 A & KR 98070372 A | <u>4-7, 10-15,</u> <u>17, 20, 22, 26</u> |
| A | JP 2002-94221 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 29 March, 2002 (29.03.02), Par. No. [0037] (Family: none) | 1-26 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 September, 2004 (22.09.04)Date of mailing of the international search report
12 October, 2004 (12.10.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008899

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2003-92292 A (Sumitomo Precision Products Co., Ltd.), 28 March, 2003 (28.03.03), Claims 1, 8; Par. Nos. [0037] to [0052] (Family: none) | 1-26 |
| Y A | JP 2000-109979 A (Tokujiro OKUI), 18 April, 2000 (18.04.00), Par. Nos. [0009] to [0012]; Figs. 1, 2(a) to (e), 3, 4 (Family: none) | 27,28 29-33 |
| Y A | JP 2001-274101 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 05 October, 2001 (05.10.01), Par. No. [0037] (Family: none) | 27,28 29-33 |
| P,Y | JP 2003-188104 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 04 July, 2003 (04.07.03), Par. No. [0064] (Family: none) | 27,28 |
| A | JP 8-222548 A (Hitachi, Ltd.), 30 August, 1996 (30.08.96), Par. Nos. [0021], [0022], [0026]; Figs. 7, 8, 12 (Family: none) | 27-33 |
| P,A | JP 2003-249492 A (Konica Corp.), 05 September, 2003 (05.09.03), Par. Nos. [0031] to [0039]; Fig. 1 (Family: none) | 27-33 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008899

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

As shown in extra sheet, this international application is divided into two groups of inventions.

(Continued to extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The inventions of claims 1-26 relate to a surface treatment device "including: a group of holes extending in one direction and arranged at an identical pitch in the direction intersecting the extension direction; a processing section for blowing a treatment gas through the holes; and a moving mechanism for relatively moving the processing section with respect to a work to be treated in the direction intersecting the hole arrangement direction".

The inventions of claims 27-33 relate to a plasma treatment device characterized by the configuration of a plasma generation section as follows. "The device includes a first electrode module and a second electrode module arranged in one direction. Each of the first electrode module and the second electrode module includes: a plurality of electrode members arranged in the same direction as the arrangement direction of the electrode modules; and a support member connecting and supporting the electrode members. Between adjacent electrode members, there is formed a void for forming a plasma space. Among the electrode members of the first electrode module, the first end electrode member arranged at the end of the second electrode module side is combined with the second electrode member arranged at the end of the first electrode module side among the electrode members of the second electrode module, thereby constituting a combined electrode member. The electrode members of the first electrode module excluding the first end electrode member and the electrode members of the second electrode module excluding the second end electrode member are arranged at an identical pitch."